ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ

ಸರ್ ಕೆ. ಪಿ. ಪುಟ್ಟಣ್ಣಚೆಟ್ಟರ ಪುದುವಟ್ಟಿನ ಪ್ರಕಟನಮಾಲೆ—೨೪

ಜಲಶಕ್ತಿ

ಎಚ್. ಸಿ. ಕಪಿನೀಪತಿಭಟ್ಟ, ಬಿ.ಎ, ಬಿ.ಇ., ಎಂ.ಐ.ಇ.

ಮೈಸೂರು

ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ

೧೯೫೯

ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ
ಪ್ರಚಾರ ಪುಸ್ತಕಮಾಲೆ

೧. **ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರ ಪ್ರವೇಶ**
—ಡಾ|| ಸಿ. ಎಸ್. ಶ್ರೀನಿವಾಸ ಅಯ್ಯಂಗಾರ್
೨. **ಸಮಾಜದ ರೋಗರುಜಿನಗಳು**—ಜಿ. ಹನುಮಂತರಾವ್
೩. **ತೆರಿಗೆ**—ಬಿ. ಆರ್. ಸುಬ್ಬರಾವ್
೪. **ನವರತ್ನಗಳು**—ಎಚ್. ಸುಬ್ಬಾಜೋಯಿಸ್
೫. **ನಮ್ಮ ಹಳ್ಳಿಗಳು**—ಜಿ. ಎಸ್. ಕೃಷ್ಣಮೂರ್ತಿ
೬. **ಕುಮಾರವ್ಯಾಸ**—ಎಸ್. ವಿ. ರಂಗಣ್ಣ
೭. **ಹಂಪೆಯ ಹರಿಹರ**—ಡಿ. ಎಲ್. ನರಸಿಂಹಾಚಾರ್
೮. **ಕನ್ನಡ ಸಾಹಿತ್ಯ**—ಕೆ. ವೆಂಕಟರಾಮಪ್ಪ
೯. **ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ವೈಭವ**—ಬಿ. ಎ. ಕೃಷ್ಣಸ್ವಾಮಿರಾವ್
೧೦. **ಪಂಪ**—ತೀ. ನಂ. ಶ್ರೀಕಂಠಯ್ಯ
೧೧. **ಪ್ರಾಣಿಜೀವನ**—ಎ. ನಾರಾಯಣರಾವ್
೧೨. **ಕನಸುಗಳು**—ಡಾ|| ಎನ್. ಎಸ್. ನಾರಾಯಣಶಾಸ್ತ್ರೀ
೧೩. **ಮದುವೆ**—ನಾ. ಕಸ್ತೂರಿ
೧೪. ***ನಮ್ಮ ಆರ್ಥಿಕದೃಷ್ಟಿ**—ಎಸ್. ಗೋಪಾಲಸ್ವಾಮಿ
೧೫. **ವಾಯುಗುಣ**—ಕೆ. ಶೇಷಾದ್ರಿ ಅಯ್ಯಂಗಾರ್
೧೬. **ಬೆಳಕು**—ಟಿ. ಎಸ್. ಸುಬ್ಬರಾಯ
೧೭. **ಕರ್ನಾಟಕ ಕಾದಂಬರಿ**—ವಿ. ಸೀತಾರಾಮಯ್ಯ
೧೮. **ಕಾಳಿದಾಸನ ಕಾವ್ಯಗಳು**—ಎಸ್. ರಾಮಚಂದ್ರರಾವ್
೧೯. **ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ರಾಜಕೀಯ ಬೆಳವಣಿಗೆ**—ಪಿ. ಜಿ. ಸತ್ಯಗಿರಿನಾಥನ್
೨೦. **ಕಣ್ಣು ಮತ್ತು ಅದರ ರಕ್ಷಣೆ**—ಡಿ. ಶಾಮಣ್ಣ
೨೧. **ಸಾರ್ವಜನಿಕ ವೈದ್ಯ**—ಡಾ|| ಎಂ. ಎಚ್. ಗೋಪಾಲ್
೨೨. **ಶಿಶುವಿಹಾರಗಳು**—ಸಿ. ರಂಗಾಚಾರ್
೨೩. **ಸಂಖ್ಯೋದ್ಯಾನ**—ಬಿ. ಸೀತಾರಾಮಶಾಸ್ತ್ರೀ
೨೪. **ವಿಡಂಬನ**—ಎಸ್. ವಿ. ರಂಗಣ್ಣ
೨೫. **ಎಲ್ಲೋರ ಮತ್ತು ಅಜಂತ**—ಡಾ|| ಎಂ. ಎಚ್. ಕೃಷ್ಣ

ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ
ಸರ್ ಕೆ. ಪಿ. ಪುಟ್ಟಣ್ಣಚೆಟ್ಟರ ಪುದುವಟ್ಟಿನ ಪ್ರಕಟನಮಾಲೆ—೨೪

ಚಂದ್ರಶೇಖರ

ಜಲಶಕ್ತಿ

ಎಚ್. ಸಿ. ಕಪಿನೀಪತಿಭಟ್ಟ, ಬಿ.ಎ., ಬಿ.ಇ., ಎಂ.ಐ.ಇ.

ಮೈಸೂರು
ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ
೧೯೫೯

ಮೊದಲನೆಯ ಮುದ್ರಣ ೧೯೫೯
೩೦೦೦ ಪ್ರತಿಗಳು

ಬೆಲೆ
ಸಾದಾ ಪ್ರತಿ ೪೦ ನಯೆ ಪೈಸೆ
ಉತ್ತಮ ಪ್ರತಿ ೫೦ ನಯೆ ಪೈಸೆ

ಮುದ್ರಕರು :
ಮೈಸೂರು ಯೂನಿವರ್ಸಿಟಿ ಮುದ್ರಣಾಲಯ,
ವಿ. ವಿ. ಮೊಹಲ್ಲ, ಮೈಸೂರು

ಮುನ್ನುಡಿ

ಸರ್. ಕೆ. ಪಿ. ಪುಟ್ಟಣ್ಣಚೆಟ್ಟರ ಪುದುವಟ್ಟಿನ ಗ್ರಂಥಮಾಲೆ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿ ಇಲ್ಲಿಗೆ ಸುಮಾರು ೧೭ ವರ್ಷಗಳಾದುವು. ಅಂದಿನಿಂದ ಇಂದಿನವರೆಗೆ ೨೩ ಪುಸ್ತಿಕೆಗಳು ಪ್ರಕಟವಾಗಿವೆ. ಅವುಗಳ ಅಗ್ಗದ ಬೆಲೆ ಮತ್ತು ಅಗ್ಗಳವಾದ ವಿಷಯ ಇವುಗಳಿಂದಾಗಿ ಅವು ತುಂಬ ಜನಪ್ರಿಯವಾಗಿವೆ. ಈಗಾಗಲೆ ಒಂದೆರಡು ಮುದ್ರಣಗಳ ಸಾವಿರಾರು ಪ್ರತಿಗಳು ಮಾರಾಟವಾಗಿರುವುದೂ, ಅಚ್ಚುಕೂಟದಿಂದ ಬಂದ ತರುಣದಲ್ಲಿಯೆ ಸಾವಿರಾರು ಪ್ರತಿಗಳು ಮಾರಾಟವಾಗುವುದೂ ಅವುಗಳ ಜನಪ್ರಿಯತೆಗೆ ಸಾಕ್ಷಿ.

ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ವ್ಯಾವಹಾರಿಕ ವಿಷಯಗಳ ತಿಳಿವು ಸಾಮಾನ್ಯ ಜನರಲ್ಲಿ ಹರಡಲನುಕೂಲವಾಗುವಂತೆ ಸರಳವೂ ಸುಲಭಗ್ರಾಹ್ಯವೂ ಆದ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಪುಸ್ತಿಕೆಗಳನ್ನು ಬರೆಯಿಸುವುದು ಈ ಮಾಲೆಯ ಉದ್ದೇಶ. ಈಗ ಈ ಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಗಿರುವ ಪುಸ್ತಿಕೆಗಳೆಲ್ಲ ಅಂಥವೇ. ಇಂಥ ಪುಸ್ತಿಕೆಗಳ ಆವಶ್ಯಕತೆ ಹಿಂದೆ ಇದ್ದುದಕ್ಕಿಂತ ಇಂದು ಹೆಚ್ಚಾಗಿದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬ ಸಾಮಾನ್ಯನೂ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ, ವಿಮಾನ, ಬಾಂಬು, ರೇಡಿಯೊ ಮೊದಲಾದ ಶಕ್ತಿವಿಶೇಷಗಳನ್ನೂ ವಸ್ತುವಿಶೇಷಗಳನ್ನೂ ಪ್ರತಿನಿತ್ಯವೂ ನೋಡುತ್ತಿರುತ್ತಾನೆ; ಅವನ ಸುತ್ತಮುತ್ತ ಅನೇಕ ವಿಚಿತ್ರ ಪ್ರಾಕೃತಿಕ ಘಟನೆಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿರುತ್ತವೆ; ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪ್ರಯೋಗ ಮತ್ತು ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಅವನ ಜೀವನ ದಿನೇ ದಿನೇ ಹೊಸತಾಗುತ್ತಿದೆ, 'ನಾಗರಿಕ' ವಾಗುತ್ತಿದೆ. ಈ ಶಕ್ತಿವಿಶೇಷ

ವಸ್ತುವಿಶೇಷಗಳ, ವಿಚಿತ್ರ ಘಟನೆಗಳ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ನಾಗರಿಕ ಜೀವನದ ಕಡೆಗೆ ಅವನ ಕುತೂಹಲದೃಷ್ಟಿ ಸಹಜವಾಗಿ ಅರಳುತ್ತದೆ. ಅವು ಅವನಿಗೆ ಕೇವಲ ರಹಸ್ಯದ ಗಂಟಾಗುಳಿಯದೆ ಅವನ ತಿಳಿವಿಗೆ ನಿಲುಕುವಂತೆ ಬೋಧಿಸುವುದು ತಿಳಿದವರ ಕರ್ತವ್ಯ.

ಇಂಥ ತಿಳಿವು ಹರಡಲನುಕೂಲವಾಗಲು ಶ್ರೀಮಂತರ ಧನಸಹಾಯವೂ ಒದಗಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಗ್ರಂಥಗಳನ್ನು ಬರೆಯಿಸಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿ ಅವುಗಳ ಪ್ರತಿಗಳನ್ನು ಜನರಲ್ಲಿ ಹಂಚುವುದು ಪುಣ್ಯಕಾರ್ಯವೆಂದು ಹಿಂದಿನವರು ಭಾವಿಸಿದ್ದರು. ಈ ಉದ್ದೇಶದಿಂದಲೇ ಸರ್ ಕೆ. ಪಿ. ಪುಟ್ಟಣ್ಣಚೆಟ್ಟರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಕ್ಕೊಂದು ದತ್ತಿಯನ್ನೊದಗಿಸಿಕೊಟ್ಟು ಈ ಮಾಲೆಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಮಹದುಪಕಾರ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ.

'ಜಲಶಕ್ತಿ'ಯ ಲೇಖಕರಾದ ಶ್ರೀ ಎಚ್. ಸಿ. ಕಪಿನೀಪತಿ ಭಟ್ಟ ಅವರು ಬೆಂಗಳೂರು, ಶ್ರೀ ಜಯಚಾಮರಾಜೇಂದ್ರ ಆಕ್ಯುಪೇಷನಲ್ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಿನ್ಸಿಪಾಲರಾಗಿದ್ದವರು ಮತ್ತು ಲೋಕೋಪಯೋಗಿ ಶಾಖೆಯಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಮೂವತ್ತು ವರ್ಷಗಳು ಕೆಲಸಮಾಡಿ ಅಪಾರವಾದ ಅನುಭವ ಪಡೆದವರು. ಅವರ ಈ "ಜಲಶಕ್ತಿ" ಪುಸ್ತಕವು ಜನರ ಆದರಕ್ಕೆ ಪಾತ್ರವಾಗಿ, ಪ್ರಯೋಜನಕಾರಿಯಾಗುವುದೆಂದು ನಾನು ನಂಬಿದ್ದೇನೆ.

ಮೈಸೂರು
೮-೧೦-೧೯೫೯

ಕೆ. ವಿ. ಪುಟ್ಟಪ್ಪ,
ವೈಸ್-ಛಾನ್ಸಲರ್.

ಅರಿಕೆ

ಈಗ್ಗೆ ಹತ್ತು ವರ್ಷಗಳಿಗೂ ಹಿಂದೆ, ನನ್ನ ಮಿತ್ರರಾದ ಶ್ರೀ ಜಿ. ಹನುಮಂತರಾಯರ ಸಲಹೆಯಂತೆ "ಜಲಶಕ್ತಿ"ಯ ಮೇಲೆ ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಪ್ರಚಾರೋಪನ್ಯಾಸ ವೊಂದನ್ನು ಮಾಡಿದೆ. ಕಳೆದ ವರ್ಷ ಶ್ರೀ ದೇ ಜವರೇಗೌಡರು ಆ ವಿಷಯವಾಗಿ ಪ್ರಚಾರ ಪುಸ್ತಕಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಚಿಕ್ಕ ಪುಸ್ತಕ ವೊಂದನ್ನು ಬರೆಯಬೇಕೆಂದು ಸೂಚಿಸಿದರು. ಈಚೆಗೆ ನನ್ನ ಪೂಜ್ಯ ಗುರುಗಳಾದ ಕೀರ್ತಿಶೇಷ ಶ್ರೀ ಟಿ. ಎಸ್. ವೆಂಕಣ್ಣಯ್ಯ ನವರ ಅನುಜರೂ, ನನ್ನ ಮಿತ್ರರೂ ಆದ ಶ್ರೀ. ತ. ಸು. ಶಾಮರಾಯರ ಒತ್ತಾಯದಿಂದ ಬರೆವಣಿಗೆ ಪೂರೈಸಿದೆ. ಈ ಹೊತ್ತಿಗೆಯನ್ನು ನನ್ನ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿ ಶ್ರೀ ಆರ್. ಎಲ್. ನರಸಿಂಹಯ್ಯನವರು ಓದಿ ಒಪ್ಪಿದ್ದಾರೆ. ಇವರೆಲ್ಲರಿಗೂ ನಾನು ಋಣಿ.

ಇದು 'ಜಲಶಕ್ತಿ'ಯ ಮೊದಲನೆಯ ಭಾಗ. ಇನ್ನೊಂದು ಭಾಗದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕಗಳ ವಿವರಗಳನ್ನೂ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಉಪ ಯೋಗಗಳನ್ನೂ ಕುರಿತು ಬರೆದಿದ್ದೇನೆ.

ಪ್ರಬುದ್ಧವಾಗಿ ಒಗ್ಗಟ್ಟಾಗಿರುವ ಕರ್ಣಾಟಕದ ಸಾಹಿತ್ಯ ದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಯಂತ್ರಶಿಲ್ಪದ ವಿಚಾರವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಚಿಕ್ಕ ಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲದೆ ದೊಡ್ಡ ಗ್ರಂಥಗಳೂ ಬರ ಲೆಂದು ಹಾರೈಸಿ ಈ ಸಣ್ಣ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಕನ್ನಡ ಜನರಿಗೆ ಅರ್ಪಿಸುತ್ತೇನೆ.

ಬೆಂಗಳೂರು
೮—೧೦—೧೯೫೯

ಎಚ್. ಸಿ. ಕಪಿನೀಪತಿಭಟ್ಟ

ವಿಷಯಾನುಕ್ರಮಣಿಕೆ

ಜಲಶಕ್ತಿ

೧. ಪ್ರಾಚೀನ ನಾಗರಿಕತೆಗಳಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿ

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ನಾಗರಿಕತೆಗೂ ಆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ದೊರಕುವ ಶಕ್ತಿಯೇ ಆಧಾರ. ಶಕ್ತಿಯೆಂದರೇನು? ವಸ್ತುವಿನ ಭೌತ ಗುಣಗಳಲ್ಲಿ ಅದರ ದ್ರವ್ಯದ ಪರಿಮಾಣವು-ಜಡತ್ವವು (mass) ಮುಖ್ಯವಾದದ್ದು. ನಿಶ್ಚಲವಾಗಿರುವ ವಸ್ತುವು ಚಲಿಸಬೇಕಾದರೆ, ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗಬೇಕಾದರೆ, ಬಲಪ್ರಯೋಗ (Force) ಬೇಕು. m ಜಡತ್ವವುಳ್ಳ ವಸ್ತುವು v ವೇಗದಲ್ಲಿ (Velocity) ಚಲಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಅದರ ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ಸೂಕ್ತವಾದ ಮಾನಗಳಲ್ಲಿ $\frac{1}{2}$ m. v^2. ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವೇಗದ ಬದಲಾವಣೆಗೆ ಮರದ ಮೇಲಿನಿಂದ ಹಣ್ಣು ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುವ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಈ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ (Acceleration) ವನ್ನು g ಎಂದು ಇಟ್ಟುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಅದು ಮೇಲಿನಿಂದ 'h' ಎತ್ತರದಿಂದ ಬಿದ್ದರೆ, ಅದರ ಬಲವು m. g. h. ಹೀಗೆ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬೀಳುವಾಗ ಅದರ ವೇಗವು v ಆಗಿದ್ದರೆ m. g. h. = $\frac{1}{2}$ m. v.^{2} ಎಂಬ ಮುಖ್ಯವಾದ ಸಮೀಕರಣವು ನ್ಯೂಟನ್ ಮಹಾಶಯನ ಚಲನ ನಿಯಮಗಳಿಂದ ಬರುತ್ತದೆ.

ಹಣ್ಣು ಮರದ ಮೇಲೆ ಇದ್ದಾಗ ಅದರ ಶಕ್ತಿಯು ಸ್ಥಾನಶಕ್ತಿಯಾಗಿ (Potential Energy) ಪ್ರಚ್ಛನ್ನವಾಗಿತ್ತು. ಬಿದ್ದ ಮೇಲೆ ಚಲನಶಕ್ತಿಯಾಗಿ (Kinetic Energy) ಬದಲಾಯಿಸಿತು.

ಶಕ್ತಿಯನ್ನು (Energy) ಅದು ಪ್ರಯೋಗವಾಗುವ ಕಾಲದಿಂದ ಬದಲಾಯಿಸಿದರೆ ಬರುವ ಲಬ್ಧವು ಸಾಮರ್ಥ್ಯ (Power).

ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಅನೇಕವಾಗಿವೆ. ಮರದ ಎಲೆಗಳು ಅಲುಗಾಡುವುದು, ಹಣ್ಣು ನೆಲಕ್ಕೆ ಬೀಳುವುದು—ಇದು ಚಲನ ಶಕ್ತಿ (Mechanical Energy). ಉರಿಯುವ ಬೆಂಕಿಯಲ್ಲಿ ಇರುವ ಶಾಖ, ಬಿಸಿಲಿನ ಸೆಕೆ–ಇದು ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿ (Heat Energy). ಬಿಸಿಲಿನ ಬೆಳಕು, ಎಣ್ಣೆಯ ದೀಪದಬೆಳಕು–ಇದು ಬೆಳಕಿನ ಶಕ್ತಿ (Light). ಹಕ್ಕಿಗಳ ಚಿಲಿಪಿಲಿಶಬ್ದ, ವೀಣೆಯ ನಾದ—ಇದು ಶಬ್ದಶಕ್ತಿ (Sound). ಸೋಡಿಯಂ, ಕ್ಲೋರೀನ್, ಈ ಭಿನ್ನ ವಸ್ತುಗಳು ಸೇರಿ ಇವೆರಡಕ್ಕೂ ಭಿನ್ನವಾದ ಅಡಿಗೆಯ ಉಪ್ಪು (NaCl) ಆಗುವುದು—ರಾಸಾಯನಿಕ ಶಕ್ತಿ (Chemical Energy). ಸೂಜಿಗಲ್ಲು ಕಬ್ಬಿಣವನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವುದು ಕಾಂತಶಕ್ತಿ (magnetism). ಸಿಡಿಲು, ಮಿಂಚಿನಲ್ಲಿ ತೋರುವುದು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ (Electricity).

ಶಕ್ತಿಯ ಅಳತೆಗೋಲು ಅಶ್ವಸಾಮರ್ಥ್ಯ. ೫೫೦ ಪೌಂಡ್ ತೂಕವನ್ನು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಒಂದು ಅಡಿ ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಎತ್ತುವುದರಲ್ಲಿ ವೆಚ್ಚವಾಗುವ ಶಕ್ತಿ ಅಶ್ವಸಾಮರ್ಥ್ಯ. ಇದು ಒಳ್ಳೆಯ ಕುದುರೆಯ ಬಲಕ್ಕೆ ಸಮಾನವಾಗಿದೆ. ಸಣ್ಣ ಮೋಟಾರಿನ ಅಶ್ವಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ೭ ರಿಂದ ೧೦ ರ ವರೆಗೆ ಇರುತ್ತದೆ.

ಶಕ್ತಿಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ ನಾವು ಎರಡು ಘಟ್ಟಗಳನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಮೊದಲನೆಯ ಘಟ್ಟವು ೧೭೬೯ ರಲ್ಲಿ ಆವಿಯ ಯಂತ್ರ ನಿರ್ಮಾಣದ ಪೂರ್ವಘಟ್ಟ. ಇನ್ನೊಂದು ಆ ಮೇಲಿನ ಘಟ್ಟ.

ಮೊದಲನೆಯ ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಇದ್ದ ಶಕ್ತಿಯ ಆಕರಗಳು (೧) ಮಾನವನ ಬಾಹುಬಲ (೨) ಪ್ರಾಣಿ ಬಲ (೩) ವಾಯುಬಲ (೪) ನೀರಿನಬಲ (೫) ಮದ್ದಿನ ಪುಡಿಯುಬಲ. ಇವುಗಳನ್ನು ಸರಳ ಯಂತ್ರಗಳಿಂದ ನಮಗೆ ಬೇಕಾದ ಹಾಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದೆವು.

ಪ್ರಾಚೀನ ನಾಗರಿಕತೆಗಳಲ್ಲಿ ಮಾನವನ ದೇಹಬಲ, ಪ್ರಾಣಿ ಬಲ, ಇವನ್ನೇ ಸರಳಯಂತ್ರಗಳಿಂದ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದರು. ಸರಳಯಂತ್ರಗಳೆಂದರೆ ಸನ್ನೆ (Lever), ಇಳಕಲು ಸಮತಲ (Inclined Plane), ಗಾಲಿ (Wheel), ರಾಟೆ (Wheel and Axle), ಕಪ್ಪಿ (Pulley), ತಿರುಪು (Screw). ನಾವು ಈಗಲೂ ನಿತ್ಯವೂ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಚಾಕು, ಕತ್ತರಿ, ಉಳಿ, ಸುತ್ತಿಗೆ, ಆಪ್ಪು, ಕೊಡಲಿ, ಬೈರಿಗೆ, ಗರಗಸ, ಇವೆಲ್ಲಾ ಸರಳ ಯಂತ್ರಗಳು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದನ್ನು ನಿರ್ಮಾಣಮಾಡುವುದಕ್ಕೂ ನಮ್ಮ ಪೂರ್ವಿಕರಿಗೆ ಅಪಾರವಾದ ಬುದ್ಧಿಕೌಶಲ, ಶ್ರಮ, ಕಾಲಗಳು ಹಿಡಿದವು ಒಂದೊಂದು ಯಂತ್ರವು ನಿರ್ಮಾಣವಾದಾಗಲೂ ಅವರಿಗೆ ಆದ ಉತ್ಸಾಹ, ತೃಪ್ತಿ ಹೇಳತೀರದು. ಸನ್ನೆಯು ನಿರ್ಮಾಣವಾಡಿದಾಗ ಮಹಾ ಮೇಧಾವಿ ಆರ್ಕಿಮೆಡಿಸ್ ಹೀಗೆ ಹೇಳಿದನಂತೆ: "ನನಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಉದ್ದವಾದ ಸನ್ನೆಯನ್ನು ಕೊಡಿ. ಅದನ್ನು ಊರುವುದಕ್ಕೆ, ನಾನು ನಿಲ್ಲುವುದಕ್ಕೆ ಅನುಕೂಲವಾದ ಬೇರೆ ಜಾಗವನ್ನು ತೋರಿಸಿ ನೋಡಿ, ಈ ಭೂಮಿಯನ್ನೇ ಮೀಟಿ ಆಚೆಗೆ ಎಸೆಯುತ್ತೇನೆ." ಸದ್ಯ ಅವನು ಕೇಳಿದ ಅನುಕೂಲಗಳು ದೊರಕುವ ಹಾಗಿಲ್ಲ. 'ಅಚಲೆ' ಯನ್ನು ಯಾರೂ ಅಷ್ಟು ಸುಲಭವಾಗಿ ಕದಲಿಸುವ ಹಾಗಿಲ್ಲ. ಆದರೂ ಮಿತವಾದ

ಮನುಷ್ಯನ ಬಲವನ್ನೂ ಪ್ರಾಣಿಬಲವನ್ನೂ ಬುದ್ಧಿವಂತಿಕೆಯಿಂದ ನಮಗೆ ಬೇಕಾದ ಹಾಗೆ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಉಪಾಯವನ್ನು ಈ ಸರಳ ಯಂತ್ರಗಳು ಒದಗಿಸಿ ಅನಂತವಾದ ಉಪಕಾರವನ್ನು ಮಾಡಿದುವು. ಆದರೆ ಈ ಸರಳಯಂತ್ರಗಳಿಂದ ಹೊಸ ಶಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಪರಿವರ್ತನೆ ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯ. ಸಣ್ಣಬಲವನ್ನು ದೂರ ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ ಸ್ವಲ್ಪ ದೊಡ್ಡಬಲವನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ದೂರ ಎಳೆಯಬಹುದು. ಎರಡನೆಯ ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಆಗುವುದೂ ಪರಿವರ್ತನೆಯೇ ಆದರೂ ಈ ಯಂತ್ರಗಳು ನಮಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಅಳತೆಯ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ದೊರಕಿಸುತ್ತವೆ.

ಇಂದು ಭಾರಿ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ಕಾಣುತ್ತಿರುವ ನಾವು ಈ ಸರಳಯಂತ್ರಗಳು ಹಿಂದೆ ಸಾಧಿಸಿದ ಮಹಾಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ಸ್ಮರಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಒಳ್ಳೆಯದು. ಈಜಿಪ್ಟಿನ ಪಿರಮಿಡ್ಡುಗಳು, ನಮ್ಮ ದೇಶದ ಆರ್ಯರ ಕಾಲದ ನಾಗರಿಕತೆಯ ಗೃಹನಿರ್ಮಾಣ, ಗ್ರಾಮ ನೈರ್ಮಲ್ಯ, ಅಸಾಧಾರಣವಾದುವು. ಹಾಗೆಯೇ ಈಚಿನ ಅಜಂತ, ಎಲ್ಲೋರದ ಗುಹೆಗಳು, ಹಳೇಬೀಡು, ಬೇಲೂರಿನ ದೇವಾಲಯಗಳು, ತಾಜ್‌ಮಹಲ್, ಇಂಥ ಕಲಾಕೃತಿಗಳ ನಿರ್ಮಾಣದಲ್ಲಿಯೂ ಅಪಾರವಾದ ಶಕ್ತಿಯು ವೆಚ್ಚವಾಗಿದೆ.

ಪಿರಮಿಡ್ಡುಗಳು : ನೈಲ್ ಮಹಾನದಿಯ ಅನುಗ್ರಹದಿಂದ ಬೆಳೆದ ಐಗುಪ್ತರು ಕ್ರಿ. ಪೂ. ೩೮೦೦ ರ ಸುಮಾರಿನಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಗೋಪುರಾಕಾರವಾದ ಪಿರಮಿಡ್ಡುಗಳನ್ನು ಕಟ್ಟಿದರು. ಒಂದು ಪಿರಮಿಡ್ಡಿನ ಎತ್ತರ ೫೦೦ ಅಡಿ. ನೆಲಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಉದ್ದ, ಅಗಲ, ಎರಡೂ ೭೫೦ ಅಡಿ. ಇದನ್ನು ಆಧುನಿಕ ಪ್ರಾಸಾದಗಳಿಗೆ ತಿಲಕಪ್ರಾಯವಾದ ನ್ಯೂಯಾರ್ಕಿನ ಎಂಪೈರ್ ಸ್ಟೇಟ್

ಕಟ್ಟಡಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ಹೋಲಿಸಬಹುದು. ಆದರ ಎತ್ತರ ೧೫೪ ಅಡಿ—ಎಂದರೆ ಪಿರಮಿಡ್ಡಿನ ಎತ್ತರದ ಎರಡೂವರೆಯಷ್ಟು-ಆದರೆ ಪಿರಮಿಡ್ಡಿನ ಘನ ಅಳತೆಯು ಈ ಪ್ರಾಸಾದದ ಎರಡೂವರೆಯಷ್ಟಿದೆ. ಪಿರಮಿಡ್ಡಿನಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಕಲ್ಲು ಬಹಳ ಸಣ್ಣದೆಂದರೆ ಎರಡು ಟನ್ ತೂಕವಿದೆ—ಎಂದರೆ ಒಂದು ಗಜ ಉದ್ದ, ಒಂದು ಗಜ ಅಗಲ, ಒಂದು ಗಜ ಎತ್ತರದಷ್ಟು ಗಾತ್ರ. ದೊಡ್ಡ ಕಲ್ಲುಗಳು ೬೦ ಟನ್ ತೂಕ ಇವೆ—ಎಂದರೆ ಎರಡು ಆಳು ಉದ್ದ, ಎರಡು ಆಳು ಅಗಲ, ೧ ಆಳು ಎತ್ತರ (ಆರು ಅಡಿ–ಒಂದು ಆಳು) ದಷ್ಟು ಗಾತ್ರ. ಇಷ್ಟು ಭಾರಿ ಕಲ್ಲುಗಳನ್ನು ಕಟ್ಟಡದ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಹೇಗೆ ಸಾಗಿಸಿದರೆಂದು ಕೇಳಬಹುದು. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಮಾಡಿದ ದಾರಿಯೇ ಅಚ್ಚರಿಯಾಗುವಂತಿದೆ. ಒಂದು ದಾರಿಯ ಉದ್ದ ೩೦೦೦ ಅಡಿ, ಅಗಲ ೬೦ ಅಡಿ, ಎತ್ತರ ೫೦ ಅಡಿ. ಈ ಇಳಿಕಲು ಸಮತಳದ ಮೇಲೆ ಕಲ್ಲುಗಳನ್ನು ಉರುಳಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಅಸ್ವಾನ್ ಬಂಡೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಲ್ಲು ೧೩೭ ಅಡಿ ಉದ್ದ ೧೧೦೦ ಟನ್ ತೂಕ ಇತ್ತಂತೆ. ಇದನ್ನು ನೋಡಿಯೇ "ಎಲ್ಲಕ್ಕೂ ಕಾಲದ ಹೆದರಿಕೆಯಿದೆ. ಕಾಲ ಪಿರಮಿಡ್ಡುಗಳಿಗೆ ಹೆದರುತ್ತದೆ"-ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಬೇಬಿಲಾನ್ : ಯೂಫ್ರಟಿಸ್, ಟೈಗ್ರಿಸ್ ನದಿಗಳ ಕಣಿವೆಯಲ್ಲಿ ಕ್ರಿ. ಪೂ. ೫೦೦೦ ದಲ್ಲಿಯೇ 'ಊರ್' ನಗರವು ಪ್ರವರ್ಧಮಾನಕ್ಕೆ ಬಂದಿತ್ತು. ಆಮೇಲೆ ಕ್ರಿ. ಪೂ. ೨೪೦೦ ರಲ್ಲಿ ನಿರ್ಮಾಣವಾದ ಬೇಬಿಲಾನ್ ನಗರವು ಕ್ರಿ. ಪೂ. ೬೦೫ ರಲ್ಲಿ ಮತ್ತೆ ನಿರ್ಮಾಣವಾಯಿತು. ಆಗ ಎತ್ತರವಾದ ದಿಬ್ಬದ ಮೇಲೆ ಇಟ್ಟಿಗೆಗಳಿಂದ ಕಟ್ಟಿದ ಅರಮನೆಯ ಉದ್ದ ೨೧೦೦ ಅಡಿ, ಅಗಲ ೧೮೦೦ ಅಡಿ, ಎತ್ತರ ೭೦ ಅಡಿ. ತೂಗಾಡುವ ತೋಟ

ವೆಂದು ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾದ ಉದ್ಯಾನವನ್ನು ಒಂದರ ಮೇಲೊಂದು ಇಟ್ಟಿಗೆಯ ಕಮಾನುಗಳ ಮೇಲೆ ೭೫ ಅಡಿ ಎತ್ತರ, ೪೦೦ ಅಡಿ ಚಚ್ಚೌಕವಾಗಿ ಕಟ್ಟಿದ್ದರು. ಎಂಟು ಮಹಡಿಯ 'ಬೆಲ್' ದೇವಾಲಯವು ಕೆಳಗಡೆ ೨೭೨ ಅಡಿ ಚೌಕವಾಗಿ, ೧೫೬ ಅಡಿ ಎತ್ತರವಾಗಿತ್ತು.

ಚೀನ: ಈಗ ಪೌರ್ವಾತ್ಯ ದೇಶವೊಂದರಲ್ಲಿ ಸಾಧಿಸಿದ ಅದ್ಭುತ ಗಾತ್ರದ ಕೆಲಸವನ್ನು ನೋಡಬಹುದು. ಇದು ಚೀನಾ ದೇಶದ ಭಾರಿ ಗೋಡೆ. ಚಂದ್ರಗ್ರಹದ ಮೇಲೆ ನಮ್ಮಂತೆ ಜನರಿದ್ದು ಅವರು ಭೂಮಿಯ ಕಡೆಗೆ ನೋಡುವುದಾದರೆ ಅವರಿಗೆ ಕಾಣುವುದು ಮನುಷ್ಯನ ಕೈವಾಡಗಳಲ್ಲಿ ೧೫೦೦ ಮೈಲಿ ಉದ್ದವಾದ ಚೀನಾದ ಗೋಡೆಯೊಂದೇ ಅಂತೆ. ಇದನ್ನು ಕ್ರಿ.ಪೂ. ೨೪೦ ರಲ್ಲಿ ಅಶ್ವಾರೋಹಿಗಳಾದ ಮಂಗೋಲಿಯನ್ನರು ಒಳಗೆ ಬರದಹಾಗೆ ಕಟ್ಟಿದರು. ೪೦೦೦ ಅಡಿ ಎತ್ತರದ ಗುಡ್ಡಗಳ ಮೇಲೂ ಆಳವಾದ ಕಮರಿಗಳಿಗೆ ಅಡ್ಡವಾಗಿಯೂ ಈ ಗೋಡೆಯು ಘಟಸರ್ಪದ ಹಾಗೆ ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಗೋಡೆಯ ಎತ್ತರ ೩೦ ಅಡಿ, ಕೆಳ ಅಗಲ ೨೫ ಅಡಿ, ಮೇಲಿನ ಅಗಲ ೧೫ ಅಡಿ. ಗೋಡೆಯ ಮೇಲು ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಗಾಡಿ ರಸ್ತೆಯಿದೆ. ಈ ಗೋಡೆಯಲ್ಲಿ ೩೦ ಕೋಟಿ ಸಲೆ ಗಜಕಲ್ಲು ಸೇರಿದೆ. ಇಷ್ಟೊಂದು ಸಾಮಾನನ್ನು ಈವರೆಗೂ ಯಾವ ಕಟ್ಟಡಕ್ಕೂ ಉಪಯೋಗಿಸಿಲ್ಲ. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಭಾರಿ ಕೆಲಸಗಳನ್ನು ಸರಳ ಯಂತ್ರಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಪ್ರಾಣಿಬಲವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಸಾಧಿಸಿದರೆಂದು ತಿಳಿದರೆ ಪ್ರಕೃತದಲ್ಲಿ ಸಾಕು.

ವಾಯುಬಲ: ವಾಯುಬಲವನ್ನು ಮೊದಲು ಉಪ

ಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡದ್ದು ದೊಡ್ಡ ಹೊಳೆಗಳ ಮೇಲೂ ಸಮುದ್ರದ ಮೇಲೂ ಯಾನಮಾಡುವ ದೋಣಿಗಳಿಗೂ ನೌಕೆಗಳಿಗೂ ಪಟಗಳನ್ನು ಕಟ್ಟಿದಾಗ. ಇದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ ಹುಟ್ಟುಗಳನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮೀಟಿ ದೋಣಿಗಳನ್ನು ನಡೆಸಬೇಕಾಗಿತ್ತು. ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಎದುರಾಗಿ ಹೋಗಬೇಕಾದಾಗ ಈ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಪೇಚು ಶ್ರಮವಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಪಟವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕಾದರೆ ಯಾವ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಗಾಳಿ ಯಾವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಬೀಸುವುದೆಂಬ ಪರಿಜ್ಞಾನ ಚೆನ್ನಾಗಿರಬೇಕು. ಸಮುದ್ರದ ದಡದಲ್ಲಿಯೇ ಹುಟ್ಟಿ ಬೆಳೆದು ಎಲ್ಲಾ ಕಾಲಗಳಲ್ಲಿಯೂ ದೋಣಿಗಳನ್ನು ನಡೆಸುವ ಜನಕ್ಕೆ ಈ ತಿಳಿವಳಿಕೆ ಸಹಜವಾಗಿಯೇ ಬರುತ್ತದೆ. ಈ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಿಗೆ ಬೇಕಾದರೂ ಎಲ್ಲಾ ಕಾಲಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಯಾನ ಮಾಡುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಯಾವ ಊರಿನ ಕಡೆಗೆ ಗಾಳಿ ಬೀಸುವುದೋ ಅಲ್ಲಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಹೋಗಬಹುದು. ಆದರೂ ಈ ರೀತಿಯ ಹಡಗುಗಳಲ್ಲಿ ದೀರ್ಘವಾದ ಸಮುದ್ರಯಾನಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ ಹಿಂದೆ ಕೇಳದೆ ಇದ್ದ ಭೂಭಾಗಗಳನ್ನು ಮುಟ್ಟಿ ಪುನಃ ಸ್ವದೇಶಕ್ಕೆ ಬಂದ ನಿದರ್ಶನಗಳು ಹೇರಳವಾಗಿವೆ.

ಸರ್ವವ್ಯಾಪಿಯಾದ ವಾಯುವಿನ ಬಲವನ್ನು ನಿತ್ಯದ ಉಪಯೋಗಕ್ಕಾಗಿ ಬಳಸಿಕೊಂಡ ಇನ್ನೊಂದು ರೀತಿಯೆಂದರೆ ಗಾಳಿಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ಚಲಿಸುವ ಬೀಸುಯಂತ್ರ. ಈ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಅರೆಯ ಕಾಲುಗಳ (Spokes) ರೂಪದಲ್ಲಿ ಇಳಿಕಲು ಸಮತಲ (Inclined Plane) ಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಗಾಳಿಯು ಬೀಸಿದಾಗ ಚಕ್ರವು ತಿರುಗುತ್ತದೆ. ಈ ತಿರುಗುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಚಲಿಸುವ ಚಕ್ರಗಳ (Gearing) ಮೂಲಕ

ಚಾಲಕ ದಡಕ್ಕೆ (Shaft) ಒಯ್ದು ಅಲ್ಲಿಂದ ಪಟ್ಟಿ (Belt) ಗಳ ಮಾರ್ಗವಾಗಿ ಹಿಟ್ಟು ಬೀಸುವ ಗಿರಣಿ, ನೀರನ್ನು ಎತ್ತುವ ಪಂಪು, ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಗಾಳಿಯು ಬೀಸುತ್ತಿರುವಾಗ ಮಾತ್ರವೇ ಈ ಯಂತ್ರವು ನಡೆಯಬಲ್ಲದು. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಎಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಸಮವಾಗಿ ಎಲ್ಲಾ ಕಾಲಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಕೆಲಸ ನಡೆಯಬೇಕೋ ಅಲ್ಲಿ ಇದು ಉಪಯೋಗವಾಗಲಾರದು. ಎಲ್ಲಿಯೂ ಇದು ನೆಚ್ಚಿಗೆಯಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಒದಗಿಸಬಲ್ಲ ಯಂತ್ರವಲ್ಲ. ಇದರ ದೊಡ್ಡ ಗುಣವೆಂದರೆ ಶಕ್ತಿಯ ಬೆಲೆ ಬಹಳ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿರುವುದು.

೨. ನೀರ್ಗಾಲಿ

ನೀರಿನಲ್ಲಿರುವ ಶಕ್ತಿಯ ಅನುಭವ ಮೊದಲು ನಮಗೆ ಆದದ್ದು ಹರಿಯುವ ಹೊಳೆಯಲ್ಲಿ ಭಾರವಾದ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಕೊಚ್ಚಿ ಹೋಗುವುದನ್ನು ಕಂಡಾಗ. ಆ ಮೇಲೆ ಈ ವಿಚಾರವನ್ನೇ ಚಿಂತನೆ ಮಾಡಿ ಸರಳಯಂತ್ರಗಳ ಮೂಲಕ ಈ ಜಲಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸಂಗ್ರಹ ಮಾಡುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ಒಂದು ಗಾಲಿಯ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟುಗಾಲಿ (Paddle)ಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಿ ಅದರ ತಳವನ್ನು ಹರಿಯುವ ಹೊಳೆಯಲ್ಲಿ ಅದ್ದುವ ಹಾಗೆ ಇಟ್ಟರೆ ಆ ಗಾಲಿಯು ತಿರುಗುತ್ತದೆ. ಈ ತಿರುಗುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬೇಕಾದ ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಬೊಂಬುಗಳಿಂದ ಮಾಡಿದ ಗಾಲಿಯಪರಿಧಿ (Circum ference) ಯಲ್ಲಿ ಬಟ್ಟಲುಗಳಿರುವ ನೀರ್ಗಾಲಿಗಳನ್ನು ಕ್ರಿ.ಪೂ. ೧ ನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ, ಚೀನಾದಲ್ಲಿ ಬಾವಿಗಳಿಂದ ಗದ್ದೆಗಳಿಗೆ ನೀರನ್ನು ಹಾಯಿಸುವುದಕ್ಕೂ, ಕಾಳನ್ನು ಬೀಸುವ ಕಲ್ಲು

ಗಳನ್ನು ತಿರುಗಿಸುವುದಕ್ಕೂ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಇದೇ ನಮೂನೆಯ ನೀರ್ಗಾಲಿಗಳನ್ನು ಎಷ್ಟೋ ಶತಮಾನಗಳ ಹಿಂದೆ ಈಜಿಪ್ಟ್, ಅಸ್ಸೀರಿಯ, ಈ ಚಕ್ರಾಧಿಪತ್ಯಗಳ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಬಳಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೫೮೧ ರಲ್ಲಿ ಇಂಥದೇ ದೊಡ್ಡದೊಂದು ಚಕ್ರವನ್ನು ಲಂಡರ್ ಪಟ್ಟಣಕ್ಕೆ ಕುಡಿಯುವ ನೀರಿನ ಸರಬರಾಜಿಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಎಷ್ಟಾದರೂ ಈ ಪುರಾತನವಾದ ನೀರ್ಗಾಲಿಗಳಿಂದ ಬರುತ್ತಿದ್ದ ಶಕ್ತಿಯು ಸ್ವಲ್ಪವೇ. ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೮ ನೆಯ ಶತಮಾನದ ಕೊನೆಯುವರೆಗೂ ಕೈಗಾರಿಕಾ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಸರಬರಾಜಿಗಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದ ದೊಡ್ಡ ಗಾಲಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಹತ್ತು ಅಶ್ವಶಕ್ತಿಗೆ ಮೀರಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ.

ನೀರ್ಗಾಲಿಗಳ ಪ್ರಭೇದಗಳು

ಈ ನೀರ್ಗಾಲಿಗಳನ್ನು ಮೂರು ಭಾಗವಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು. ೧) ಕೆಳಗೆ ನೀರುತಳ್ಳುವ ಗಾಲಿಗಳು (Undershot wheels) ೨) ಮಧ್ಯೆ ತಳ್ಳುವ ಗಾಲಿಗಳು (Breast wheels) ೩) ಮೇಲಿನಿಂದ ತಳ್ಳುವ ಗಾಲಿಗಳು (Overshot wheels).

ಗಾಲಿಯ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಬಟ್ಟಲುಗಳಿದ್ದು ಅದರ ತಳವು ಹರಿಯುವ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿದ್ದರೆ ಅಂಥ ಗಾಲಿಗಳಿಗೆ ಕೆಳಗೆ ತಳ್ಳುವ ಗಾಲಿಗಳೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇಂಥಾ ಗಾಲಿಗಳು ನೀರಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಇರುವ ಬಲವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ತಿರುಗುತ್ತವೆ. ಹುಟ್ಟುಗಾಲಿಗಳು (Paddles) ಈ ಜಾತಿಗೆ ಸೇರಿವೆ. ಈ ಗಾಲಿಗಳ ಅನುಭವ ಹೆಚ್ಚಿದ ಮೇಲೆ ನೀರು ಬೀಳುವ ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿ ಹೊಳೆಯ ತಳದಲ್ಲಿ ಗಾಲಿಗಳನ್ನು ಇಡುವುದು ಅಭ್ಯಾಸ

ವಾಯಿತು. ಹುಟ್ಟುಗಾಲಿಗಳ ಬದಲು ಬಕೆಟ್ಟುಗಳನ್ನೂ
ಬಟ್ಟಲುಗಳನ್ನೂ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿದರು.

ಆಮೇಲೆ ಹೊಳೆಯ ನೀರುಗಾಲಿಯ ತಳದಲ್ಲಿ ತಗಲು
ವುದಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗಿ ಬೇರೆ ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ನೀರನ್ನು ತಿರುಗಿ
ಗಾಲಿಯ ಮೇಲುಭಾಗದಲ್ಲಿ ಅದು ತಗಲುವ ಹಾಗೆ ಮಾ
ದರು. ಆಗ ಪ್ರವಾಹದ ವೇಗದ ಗುಣದಿಂದ ಗಾಲಿಯನ್ನು
ತಳ್ಳಿದ್ದೇ ಅಲ್ಲದೆ ನೀರು ಬಟ್ಟಲುಗಳಲ್ಲಿ ನಿಂತು ಅದರ ತೂ
ದಿಂದಲೂ ಗಾಲಿಯು ತಿರುಗುವ ಹಾಗೆ ಮಾಡಿತು. ಗಾಲಿಯ
ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ನೀರು ತಗಲಿದರೆ ಮಧ್ಯೆ ತಳ್ಳುವ ಗಾಲಿಗಳು
(Breast wheels) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಅದರ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ತಗ
ದರೆ ಮೇಲಿನಿಂದ ತಳ್ಳುವ ಗಾಲಿಗಳು (Overshot wheels
ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ನೀರಿನ ವೇಗವನ್ನು ಮಾತ್ರವೇ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುವ
ಕೆಳಗೆ ತಳ್ಳುವ ಗಾಲಿಗಳ ದಕ್ಷತೆ ಸುಮಾರು ಶೇಕಡ ಮೂವತ್ತು
ಒಂದು ಯಂತ್ರದ ದಕ್ಷತೆಯೆಂದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಕಡೆ
ಸರಬರಾಜಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೂ, ಇನ್ನೊಂದು ಕಡೆ
ಯಂತ್ರದಿಂದ ಹೊರಕ್ಕೆ ಬರುವ ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೂ
ಇರುವ ಸಂಬಂಧ. ನೀರಿನ ತೂಕವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುವ
ಗಾಲಿಗಳ ದಕ್ಷತೆ ಶೇಕಡ ಅರವತ್ತರಿಂದ ಎಂಬತ್ತರವರೆಗೂ
ಇರುತ್ತದೆ. ಮಧ್ಯೆ ತಳ್ಳುವ ಚಕ್ರವೊಂದರಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ನೀರು
ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಇಪ್ಪತ್ತು ಘನ ಅಡಿಗಳಷ್ಟಿದ್ದರೆ ಆ ನೀರು ಮೂವತ್ತು
ಅಡಿಯಷ್ಟು ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬಿದ್ದಾಗ ಸುಮಾರು ಐವತ್ತು ಅಶ್ವ
ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಹೊಸ ನೀರ್ಗಾಲಿಗಳು

ಈ ಸರಳವಾದ ನೀರ್ಗಾಲಿಗಳು ಯಂತ್ರಶಕ್ತಿಯ ಬಳಕೆಗೆ

ಬಂದ ಮೇಲೆ ಮೂಲೆಗೆ ಬಿದ್ದವು. ಇವಕ್ಕೆ ಎದುರಾಗಿ ಒಂದು ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ ಆವಿಯ ಯಂತ್ರ, ಇನ್ನೊಂದು ಕಡೆ ಅನಿಲಯಂತ್ರ, ಆನಂತರ ತೈಲಯಂತ್ರ, ಪೆಟ್ರೋಲನ್ನು ಬಳಸುವ ಅಂತರ್ದಹನ ಯಂತ್ರ (Internal combustion Engine), ಡೀಸೆಲ್ ಎಣ್ಣೆಯನ್ನು ಬಳಸುವ ಅಂತರ್ದಹನಯಂತ್ರ, ಇವು ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೮ ಮತ್ತು ೧೯ನೆಯ ಶತಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾದ ಮೇಲೊಂದು ನುಗ್ಗಿದವು. ಈ ಮಧ್ಯೆ ಬಹುಕಾಲ ಸುಪ್ತವಾಗಿದ್ದ ನೀರ್ಗಾಲಿಯೇ ಹೊಸ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಮತ್ತೆ ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಂತು. ಆ ಕಾಲಕ್ಕೆ ಹಳೆಯ ನಮೂನೆಯ ನೀರ್ಗಾಲಿಗಳು ಕಣ್ಮರೆಯಾಗಿದ್ದುವೆಂದೇ ಹೇಳಬೇಕು. ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೮೨೭ರಲ್ಲಿ ಫೂರ್ನೇರನ್ (Fourneyron) ಎಂಬ ಫ್ರಾನ್ಸಿನ ಯಂತ್ರಶಿಲ್ಪಿಯು ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಉಕ್ಕಿನ ಅಚ್ಚಿಗೆ ವಕ್ರವಾದ ಅಲಗುಗಳನ್ನು ತಗಲಿಸಿರುವ ಹೊಸ ನಮೂನೆಯ ನೀರ್ಗಾಲಿಯಿಂದ ಬೀಳುವ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಇರುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನೆಲ್ಲಾ ಬಳಸುವ ಹಾಗೆ ಮಾಡಿದನು. ನೀರಿನಲ್ಲಿರುವ ಚಲನಶಕ್ತಿಯೇ ನೀರ್ಗಾಲಿಯನ್ನು ವೇಗವಾಗಿ ತಿರುಗಿಸಿ ಆ ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೂಡಿಟ್ಟಿತು. ಮುಂದೆ ಈ ಶಕ್ತಿಯನ್ನೇ ಬೇರೆ ರೂಪಗಳಿಗೆ ಪರಿವರ್ತನ ಮಾಡುವುದನ್ನು ನೋಡುತ್ತೇವೆ.

ಈ ಹೊಸ ನೀರ್ಗಾಲಿಗಳು ಎರಡು ಬಗೆಯಾಗಿವೆ. ಒಂದು ಬಗೆಯದರಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪವೇ ನೀರನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಎತ್ತರದಿಂದ ಬೀಳಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇಂಥ ಗಾಲಿಗಳಿಗೆ 'ಆವೇಗದ ನೀರ್ಗಾಲಿ' (Impulse wheel) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಾತ ಪೆಲ್ಟನ್ ಎಂಬ ಅಮೆರಿಕದ ಯಂತ್ರಶಿಲ್ಪಿ. ಇಂಥ ಗಾಲಿಗಳನ್ನು ಈ ಹೊತ್ತಿಗೂ ಆತನ ಹೆಸರಿನಲ್ಲಿ 'ಪೆಲ್ಟನ್ ಗಾಲಿಗಳು' ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯದಲ್ಲಿ ಮೊದಲು ಈತನು

ಕೆಲಸಮಾಡಿಸಿದ ಗಾಲಿಯು, ನೀರಿನ ಮಟ್ಟದಿಂದ ೧೬೦೦ ಅ
ಕೆಳಗೆ ಇತ್ತು. ದೊಡ್ಡ ಜಲಪಾತಗಳಿರುವ ಕಡೆ ಇಂಥ ಗಾ
ಗಳಿಂದ ಉಪಯೋಗ ಹೆಚ್ಚು. ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿಯೇ ಹೆಚ್ಚಿ
ಎತ್ತರದಿಂದ ಬೀಳುವ ನೀರಿನ ಬಲದಿಂದ ಕೆಲಸಮಾಡು
ಪೆಲ್ಟನ್‌ಗಾಲಿಗಳು ಸ್ವಿಟ್ಸರ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿವೆ. ಒಂದು ಕಡೆ ನೀರ
ಧುಮುಕುವ ಎತ್ತರ ೫೪೧೨ ಅಡಿ–ಎಂದರೆ ಒಂದು ಮೈಲ
ಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು. ಈ ಎತ್ತರದಿಂದ ನೀರು ಧುಮುಕುವಾ
ಗಾಲಿಯ ಒಂದೊಂದು ಚದರ ಅಂಗುಲದ ಮೇಲೂ ಒಂದ
ಟನ್ ಒತ್ತಡವು (Pressure) ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಚಕ್ರಗಳನ್ನು
ಮಾಡುವ ಲೋಹದ ಶಕ್ತಿಯೇ ಈಗ ಜಲಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬೆಳಸ
ವುದಕ್ಕೆ ಮೇಲಿನ ಮಿತಿ. ನಾಳೆ ಇನ್ನೂ ಬಲಿಷ್ಠವಾದ
ಲೋಹವು ನಿರ್ಮಾಣವಾದರೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಎತ್ತರದಿಂದ
ನೀರನ್ನು ಧುಮುಕಿಸಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ತೆಗೆಯಬಹುದು.

ಇಷ್ಟು ಎತ್ತರದಿಂದ ನೀರು ಉರುಳುವ ಜಲಪಾತಗಳು ಎಲ್ಲಾ
ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇರುವುದು ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯ? ಸುಮಾರು ನೂರು
ಅಡಿಗಳ ಎತ್ತರದಿಂದ ಬೀಳುವ ಜಲಪಾತಗಳೇ ಹೆಚ್ಚು. ಇಂಥ
ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದಾದ ನೀರ್ಗಾಲಿಯನ್ನು
ಫ್ರಾನ್ಸಿಸ್ (Francis) ಎಂಬ ಯಂತ್ರಶಿಲ್ಪಿಯು ನಿರ್ಮಾಣ
ಮಾಡಿದನು. ಪೆಲ್ಟನ್‌ಗಾಲಿಯಲ್ಲಿ ಜಲಧಾರೆ (Jet) ಯ
ವೇಗದಿಂದ ಆಗುವ ಕೆಲಸವು, ಫ್ರಾನ್ಸಿಸ್ ಗಾಲಿಯಲ್ಲಿ
ನೀರು ವೇಗವಾಗಿ ಹೊರಕ್ಕೆ ಹೋಗುವಾಗ ಗಾಲಿಯ ಅಲಗು
ಗಳ ಮೇಲೆ ಆಗುವ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ (Reaction) ಯಿಂದ ಆಗು
ತ್ತದೆ. ಇಂಥ ನೀರ್ಗಾಲಿಗಳನ್ನು ಹರಿದ್ವಾರದಿಂದ ರೂರ್ಕಿಯ
ಮಾರ್ಗವಾಗಿ ಹೋಗುವ ಗಂಗಾನದಿಯ ನಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಹತ್ತು

ಅಡಿಯಷ್ಟು ಕೆಳಕ್ಕೆ ನೀರು ಬೀಳುವ ಪಾತ (Fall)ಗಳಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ತೆಗೆದಿದ್ದಾರೆ.

ಪೆಲ್ಟನ್ ಆವೇಗದ ಗಾಲಿಗಳಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಪ್ರಮಾಣ ಕಡಿಮೆ. ಬೀಳುವ ಎತ್ತರ ಹೆಚ್ಚು. ಈ ಎತ್ತರದಿಂದ ಬಿದ್ದಾಗ ಪ್ರಾಪ್ತವಾದ ಮಹಾವೇಗವುಳ್ಳ ಜಲಧಾರೆಯು ಗಾಲಿಯ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಬಟ್ಟಲಿಗೆ ಕೇಂದ್ರೀಕೃತವಾದ ಬಲವಾದ ಏಟನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ. ಚಕ್ರವು ಕೊಂಚವೇ ತಿರುಗಿದಾಗ ಎದುರಿಗೆ ಬಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಬಟ್ಟಲಿಗೆ ಅದೇ ನಮೂನೆಯ ಏಟನ್ನು ಬಾರಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಏಟುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಕ್ಕೊಂದಕ್ಕೆ ಕೊಂಚ ವಿಚ್ಛಿತ್ತಿಯಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಏಟುಗಳ ಫಲವಾಗಿ ಗಾಲಿಯು ಅಚ್ಚಿನ ಸುತ್ತ ಅತಿ ವೇಗವಾಗಿ ತಿರುಗುತ್ತದೆ.

ಫ್ರಾನ್ಸಿಸ್ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯ ಗಾಲಿಯಲ್ಲಿ ಬೀಳುವ ನೀರು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾದ ಜಲಧಾರೆಗಳಾಗಿ ಪ್ರವೇಶಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಸಂತತ ಧಾರೆಯಾಗಿ ಗಾಲಿಯ ಅಂಚಿನ ಎಲ್ಲಾ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಎಲ್ಲಾ ಕಾಲಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದೇ ಪರಿಣಾಮವಾಗುವ ಹಾಗೆ ಪ್ರವೇಶಿಸಿ, ತತ್ಫಲವಾಗಿ ಗಾಲಿಯು ಅಚ್ಚಿನ ಸುತ್ತ ವೇಗವಾಗಿ ತಿರುಗುವ ಹಾಗೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಈ ಗಾಲಿಗಳು ಕೆಲಸ ಮಾಡುವ ಕ್ರಮವನ್ನು ನಿರ್ದೇಶಿಸು ವುದಕ್ಕಾಗಿ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಕೊಡಬಹುದು. ಮಕ್ಕಳು ಬೀದಿಯಲ್ಲಿ ಕಬ್ಬಿಣದ ಗಾಲಿಗಳನ್ನು ಉರುಳಿಸಿ ಓಡಿ ಆಟವಾಡುವುದನ್ನು ನೋಡದೆ ಇರುವವರು ಅಪೂರ್ವ. ಗಾಲಿಯನ್ನು ಉರುಳಿಸುವಾಗ ಹುಡುಗನು ಕೈಯಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದ ಕೋಲಿನಿಂದ ಉರುಳುತ್ತಿರುವ ಗಾಲಿಗೆ ಬಿಟ್ಟು ಬಿಟ್ಟು ಹೊಡೆ ಯುತ್ತಾ ಅದನ್ನು ತಿರುಗಿಸಿ ಜೊತೆಗೆ ಓಡಬಹುದು. ಇಲ್ಲವೆ

ಹಿಡಿದಿರುವ ಕೋಲಿನ ಕೊಂಡಿಯನ್ನು ಯಾವಾಗಲೂ ಗಾಲಿ
ತಗಲುವಂತೆ ಹಿಡಿದು ಗಾಲಿಯನ್ನು ಯಥಾಪ್ರಕಾರ ತಿರುಗಿ
ಜೊತೆಗೆ ಓಡಬಹುದು. ಚಕ್ರವನ್ನು ಉರುಳಿಸುವ ಶಕ್ತಿ
ಮೊದಲನೆಯ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಬಿಟ್ಟುಬಿಟ್ಟು ಪ್ರಯೋಗವಾಗ
ತ್ತದೆ. ಎರಡನೆಯ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಸಂತತವಾಗಿ ಪ್ರಯೋಗ
ವಾಗುತ್ತದೆ. ಮೊದಲನೆಯದು ಪೆಲ್ಟನ್‌ಗಾಲಿಯ (Pelton
wheel) ರೀತಿ. ಎರಡನೆಯದು ಫ್ರಾನ್ಸಿಸ್ ಗಾಲಿಯ
(Francis wheel) ರೀತಿ. ಆದರೆ ಹುಡುಗನು ಬೀದಿಯಲ್ಲಿ
ಉರುಳಿಸುವ ಗಾಲಿಗೂ, ಜಲಶಕ್ತಿಯಿಂದ ತಿರುಗುವ ಗಾಲಿಗೂ
ಒಂದು ಮುಖ್ಯವಾದ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿದೆ. ಮೇಲಿನಿಂದ ಧುಮು
ಕುವ ನೀರಿನ ಬಲದಿಂದ ನೀರ್ಗಾಲಿಯು ಉರುಳುವುದಕ್ಕೆ
ಮೊದಲು ಮಾಡಿದರೆ ಹುಡುಗಾಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಜಲಶಕ್ತಿಯು
ಭದ್ರವಾಗಿ ಒಂದು ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಕಟ್ಟಿಹಾಕಿರುವ ಗಾಲಿಗಳ ಅಂಚಿ
ನಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗವಾಗುವುದರಿಂದ ಗಾಲಿ ಇದ್ದಲ್ಲಿಯೇ ಗಿರ್ರನೆ
ತಿರುಗುತ್ತದೆ.

ಈಗ ಏನಾಯಿತು? ಎತ್ತರದಿಂದ ಬೀಳುವ ನೀರಿನಲ್ಲಿರುವ
ಜಲಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನೀರ್ಗಾಲಿಯ ಭ್ರಮಣದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಿ
ನಿಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾಯಿತು. ಇದರಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯು ಮೊದಲು ನೀರಿನಲ್ಲಿ
ರುವ ರೂಪದಲ್ಲಿಯೇ ಗಾಲಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಇರುತ್ತದೆ. ರೂಪಾಂ
ತರವಾಗಲಿಲ್ಲ, ಸ್ಥಾನಾಂತರವಾಯಿತು.

೩. ಆವಿಯ ಯಂತ್ರ

ಜಲಶಕ್ತಿಗೆ ನಾನಾಮುಖಗಳಿವೆ. ನೀರನ್ನು ಕುದಿಸಿದರೆ
ಆವಿಯು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆವಿಯು ಒಂದು ಅನಿಲ
ವಾದುದರಿಂದ ಅದರಲ್ಲಿ ಹುದುಗಿರುವ ಶಕ್ತಿಯ ಸ್ವರೂಪವೇ

ಬೇಕೆ. ನೀರು ಆವಿಯಾದಾಗ ಅದರ ಗಾತ್ರವು ಒಂದಕ್ಕೆ ೧೭೦೦ ರಷ್ಟು ಹಿಗ್ಗುತ್ತದೆ. ಆವಿಯ ಕಾವು ಹೆಚ್ಚಾದಷ್ಟೂ ಅದು ಹಿಗ್ಗುವ ಪ್ರಮಾಣವೂ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಹಿಗ್ಗುವ ಆವಿಯನ್ನು ಸಂಕೋಚವಾದ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ನಿಲ್ಲಿಸಿದರೆ ಎದುರಿಗೆ ಸಿಕ್ಕಿದ್ದನ್ನು ತಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರದರ್ಶನವಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯೂ ನೀರಿನ ಶಕ್ತಿಯೇ.

ಸುಮಾರು ಕ್ರಿ. ಪೂ. ೧೫೦ ರಲ್ಲಿ ಅಲೆಕ್ಸಾಂಡ್ರಿಯದ ಹೀರೊ ಎಂಬ ಪ್ರತಿಭಾಶಾಲಿಯಾದ ಯಂತ್ರಶಿಲ್ಪಿಯು ಒಂದು ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಆವಿಯು ಧಾರಾನಾಳಿ (Jet) ಯಲ್ಲಿ ಹೀಗೆ ಚಿಮ್ಮುವ ಹಾಗೆ ಮಾಡಿ ಅದರ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಚಕ್ರವು ತಿರುಗುವಂತೆ ಮಾಡಿದ್ದನು. ಇದು ಮೊದಲನೆಯ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯ ನೀರ್ಗಾಲಿ (Reaction Turbine). ಆಮೇಲೆ ಸುಮಾರು ಹತ್ತೊಂಬತ್ತು ಶತಮಾನಗಳ ಕಾಲ ಈ ಯಂತ್ರಕಲೆಯು ಕಾರಣಾಂತರಗಳಿಂದ ಬೆಳೆಯುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಲಿಲ್ಲ. ಹಿಂದೆ ಪ್ರಜ್ವಲಿತವಾದ ಪ್ರತಿಭೆಯು ಏಕೆ ಅಷ್ಟುಕಾಲ ಅಡಗಿಕೊಂಡಿತ್ತೋ! ಮನುಷ್ಯನ ಪ್ರಗತಿಯ ರಣೆಯುಬರಹವೆಲ್ಲಾ ಹೀಗೆಯೆ. ಅದು ಪ್ರಾರಂಭವಾದ ಮೇಲೆ ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಓಡುವುದಿಲ್ಲ. ಚಕ್ರಾಕಾರವಾಗಿ ಪರಿಭ್ರಮಿಸುವ ಹಾಗೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ನಿನ್ನೆ ಪ್ರಗತಿಯ ಸೋಪಾನದಲ್ಲಿ ಮುಗಿಲನ್ನು ಮುಟ್ಟಿದ್ದ ಜನ ನಾಳೆ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಉರುಳಬಹುದು. ಈ ಹೊತ್ತು ಎಲ್ಲಿಯೋ ಇರುವ ಜನ ನಾಳೆ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಬರಬಹುದು.

ಜಲಪಾತಗಳಿಂದ ಜಲಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದನೆ ಮಾಡುವುದರಲ್ಲಿ ನೈಸರ್ಗಿಕವಾದ ಕೆಲವು ಅನಾನುಕೂಲಗಳಿವೆ. ಯಂತ್ರಶಕ್ತಿಯ ಮಿಕ್ಕ ಆಕರಗಳಾದ-ಕಲ್ಲಿದ್ದಿಲು, ಪೆಟ್ರೋಲ್, ಡೀಸೆಲ್

ಎಷ್ಟೊ, ಯಂತ್ರಾಗಾರಗಳ ಬಳಿಗೆ ಬರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಜಲಪಾ
ಗಳನ್ನು ನಾವು ಎತ್ತರವಾದ ಬೆಟ್ಟಗಳ ಮೇಲೆ, ದುರ್ಗಮ
ವಾದ ಕಾಡಿನಲ್ಲಿ, ದುಷ್ಟಮೃಗಗಳ ಆವಾಸಸ್ಥಾನಗಳ
ಹುಡುಕಿಕೊಂಡು ಹೋಗಿ ಮುಟ್ಟಬೇಕು. ಸಾಹಸಮಾ
ಅಲ್ಲಿಗೆ ಹೋದರೆ ಗಂಭೀರವಾದರೂ ಭೀಷಣವಾದ ಮೌನವ
ಎಲ್ಲೆಲ್ಲಿಯೂ ತುಂಬಿರುತ್ತದೆ. ಮೌನಭಂಗವಾದರೆ ಇನ್ನೂ
ಭಯಂಕರವಾದ ಶಬ್ದವು ಕೇಳಿಬರುತ್ತದೆ. ಪ್ರಕೃತಿಯ
ರಮಣೀಯವಾಗಿಯೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಅದರ ರೂಪ
ಸೌಮ್ಯವಲ್ಲ; ಉಗ್ರ. ಹೀಗೆ ಪ್ರತಿಕೂಲವಾಗಿ ತೋರು
ಆವರಣದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸವನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೂ
ನಿಸರ್ಗದ ಈ ಅದ್ಭುತ ಸ್ವರೂಪದ ದರ್ಶನವೇ ಒಂದು ಅನಿರ್ವ
ಚನೀಯವಾದ ಆನಂದವನ್ನು ಮನಸ್ಸಿಗೆ ನೀಡುತ್ತದೆ. ಅದಕ್ಕೆ
ನಾವು ಒಗ್ಗಿಕೊಂಡಾಗ ಸಮಾಧಾನವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಭವ್ಯ
ದೃಶ್ಯದ, ಶಬ್ದದ, ನಿಃಶಬ್ದದ ನೆನಪು ಆ ಪ್ರದೇಶವು ಜನಭರಿತ
ವಾದ ಮೇಲೂ ಅಚ್ಚಳಿಯದೆ ಚಿತ್ತದಲ್ಲಿ ನೆಲಸಿ ಶಾಂತಿಯನ್ನು
ದೊರಕಿಸುತ್ತದೆ.

ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೆಳವಣಿಗೆ

ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೫ ನೆಯ ಶತಮಾನದವರೆಗೂ ಮಂಕಾಗಿದ್ದ
ಯಂತ್ರಕಲೆಯ ಪ್ರತಿಭೆಯು ಮೊದಲು ಯೂರೋಪಿನಲ್ಲಿಯೂ
ಕ್ರಮೇಣ ಇತರ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಪುನಃ ಪ್ರಕಾಶಗೊಂಡಿತು.
ಜಲಶಕ್ತಿಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ಅರಿಯುವುದಕ್ಕೆ ಈ ಮಾರ್ಗ
ವನ್ನು ಕೊಂಚವಾದರೂ ತಿಳಿಯುವುದು ಆವಶ್ಯಕ. ಪ್ರಾಚೀನ

ಭಾರತ, ಈಜಿಪ್ಟ್, ಬೇಬಿಲೋನಿಯಾ, ಚೀನ ಈ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳೆದು ಅಳಿದ ವಿಜ್ಞಾನ, ಯಂತ್ರಶಿಲ್ಪಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟು, ಈಚೆಗೆ ಕ್ರಿ. ಪೂ. ಏಳನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಪ್ರಚಂಡ ಪ್ರತಿಭಾನ್ವಿತರಾದ ಯವನರು ಬೆಳೆಸಿದ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮೇಲೆ, ರೋಮನರು ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಮಾಡಿದ ಯಂತ್ರಶಿಲ್ಪವೂ, ಕ್ರಿ. ಶ. ೪ ನೆಯ ಶತಮಾನದ ವರೆಗೂ ಬೆಳೆದು ಆಮೇಲೆ ಕ್ರೈಸ್ತಮತದ ಪಾದ್ರಿಗಳ ಏಟಿಗೆ ಸಿಕ್ಕಿ ಹತ್ತು ಶತಮಾನಗಳ ಕಾಲ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಏಳಲಿಲ್ಲ. ರೋಮನ್ ಚಕ್ರವರ್ತಿ ಕಾನ್‌ಸ್ಟಂಟೈನ್ ಕ್ರಿ. ಶ. ೪ ನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಹೇಳಿದ ಮಾತುಗಳನ್ನು ಇಂದು ಪಂಡಿತ ನೆಹ್ರೂರವರು ಹೇಳುವ ಮಾತುಗಳು ಜ್ಞಾಪಕಕ್ಕೆ ತರುವಂತಿವೆ "ನಮಗೆ ಎಷ್ಟು ಜನ ಶಿಲ್ಪಿಗಳು ದೊರೆಯುವರೋ ಅಷ್ಟೂ ಬೇಕು. ಈ ಕೆಲಸಗಾರರಿಗೆ ಕೊರತೆಯಿರುವುದರಿಂದ ತಕ್ಕಷ್ಟು ವಿಜ್ಞಾನದ ಅಭ್ಯಾಸವನ್ನು ಮಾಡಿದ ಹದಿನೆಂಟು ವಯಸ್ಸಿನ ಹುಡುಗರನ್ನು ಬರಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಿ. ಅವರ ಪಾಲಕರಿಗೆ ತೆರಿಗೆಯ ಹೊರೆಯನ್ನು ಕಡಿಮೆಮಾಡಿ. ಹುಡುಗರಿಗೆ ಖರ್ಚಿಗೆ ಬೇಕಾದಷ್ಟು ಹಣವನ್ನು ಒದಗಿಸಿ".

ಇದಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿಯಾಗಿ ಕ್ರಿ. ಶ. ಎರಡನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿಯೇ ಕ್ರೈಸ್ತ ಪಂಡಿತರು ಯವನಧೀರರನ್ನು "ದರೋಡೆಗಾರರು, ಕಳ್ಳರು, ಹೀಬ್ರ್ಯೂ ಪಂಡಿತರಿಂದ ಎಲ್ಲವನ್ನೂ ಕದ್ದವರು," ಎಂದು ಹಳಿದಿದ್ದರು. ಕ್ರೈಸ್ತನ ವೇದವಾಕ್ಯದ ಮುಂದೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಶೋಧನೆಯು ಅಧಿಕ ಪ್ರಸಂಗವೆಂದು ತಿಳಿದಿದ್ದರು. ನಾಲ್ಕನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯು ಗುಂಡಾಗಿದೆಯೆಂಬ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಕುಚೋದ್ಯಮಾಡಿ ಬರೆದಿದ್ದರು. ರೋಮನ್ ಶಾಸನಕ್ರಮವನ್ನು ನಿಘಂಟುಮಾಡಿದ ವರ್ಷವೇ (ಕ್ರಿ. ಶ.

೫೨೯) ಜಸ್ಟಿನಿಯನ್ ಚಕ್ರವರ್ತಿಯು ಅೈಥೆನ್ಸಿನ ಅಕೆಡ ಮಿಯ ಬಾಗಿಲನ್ನು ಮುಚ್ಚಿಸಿದನು.

ಯೂರೋಪಿನ ಈ ಕತ್ತಲೆಯ ಯುಗದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ದೀಪವು ಭಾರತೀಯರ ಕೈಗೆ ಸಿಕ್ಕಿ ಮಹಮ್ಮದೀಯರ ಆಕ್ರಮಣ ಕಾಲದ ವರೆಗೂ ಬೆಳಗಿತು. ಅರಬ್ಬಿಯವರು ಇವರಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನೂ ಗಣಿತವನ್ನೂ ಕಲಿತು, ಮತ್ತೆ ಪಾಶ್ಚಿಮಾತ್ಯ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಹರಡಿದರು. ಕ್ರಿ. ಶ. ಹತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಸ್ಪೆಯಿನ್ನಿನ ಮೂರರು (Moors) ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿಯೂ, ಕೈಗಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಬಹಳ ಮುಂದುವರಿದಿದ್ದರು.

ಹದಿಮೂರನೆಯ ಶತಮಾನವನ್ನು ಯೂರೋಪಿನಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಭಾಸ್ಕರನ ಉದಯದ ಉಷಃಕಾಲವೆನ್ನಬೇಕು. ಆಗ ಅಪಾರ ದೂರದೃಷ್ಟಿಯಿದ್ದುದಕ್ಕಾಗಿ ತನ್ನ ಮತೀಯರಿಂದಲೇ ಚಿತ್ರಹಿಂಸೆಯನ್ನು ಅನುಭವಿಸಿಯೂ ರೋಜರ್ ಬೇಕನ್ (೧೨೧೪-೯೪) ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ತಳಹದಿಯಿರ ಬೇಕೆಂದು ವಾದಿಸಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಅಡಿಗಲ್ಲನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿದನು. ಆಮೇಲೆ ಸಕಲಶಾಸ್ತ್ರಪಾರಂಗತನಾದ ಲಿಯೊನಾರ್ಡೊ ಡಾವಿಂಚಿ (೧೪೫೨-೧೫೧೯) ಯ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳು ಇಂದಿನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳಷ್ಟು ಮುಂದುವರಿದಿದ್ದುವು. ಫ್ರಾನ್ಸಿನ ಪ್ಯಾಸ್ಕಲ್ (೧೬೨೩-೬೨) ರೇಖಾಗಣಿತದಲ್ಲಿಯೂ, ಬೀಜಗಣಿತದಲ್ಲಿಯೂ ಹಿರಿದಾದ ಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದನು. ಅದೇ ಸುಮಾರಿನಲ್ಲಿ ಬಾಳಿದ ಪ್ರಖ್ಯಾತ ವಿಜ್ಞಾನಿ, ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ನ್ಯೂಟನ್ (೧೬೪೨-೧೭೨೭) ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣದ ನಿಯಮದ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಇನ್ನು ನಾಲ್ಕು ಜನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಕೆಲಸದ ಬೆಂಬಲವಿತ್ತು. ಇವರು ಕ್ರಮವಾಗಿ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರ

ಪಂಡಿತ ಪೋಲೆಂಡಿನ ಕೋಪರ್ನಿಕಸ್ (೧೪೭೩-೧೫೪೩), ಪ್ರಯೋಗ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಡೆನ್ಮಾರ್ಕಿನ ಟೈಕೊಬ್ರಾಹಿ (೧೫೪೬ - ೧೬೦೧). ಟೈಕೋಬ್ರಾಹಿಯ ಶಿಷ್ಯನಾದರೂ ಕೋಪರ್ನಿಕಸ್ಸಿನ ಹಾಗೆ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಪಂಡಿತನಾದ ಜರ್ಮನಿಯ ಕೆಪ್ಲರ್ (೧೫೭೧ - ೧೬೩೦), ತನ್ನ ಗುರುವಿನ ಅದ್ಭುತವಾದ ಅಳತೆಯ ಕೋಷ್ಟಕಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲಿ ಗ್ರಹಗಳ ಚಲನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಮೂರು ಸೂತ್ರಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದನು. ಅನಂತರ ಇಟಲಿಯ ಗೆಲಿಲಿಯೊ (೧೫೬೪-೧೬೪೨) ಭೂಕೇಂದ್ರದ ಕಡೆಗೆ ಆಕರ್ಷಿಸುವ ಬಲವನ್ನು ಅಳತೆಮಾಡಿ ದೂರದರ್ಶಿ (Telescope) ಯನ್ನು ಮೇಲ್ಪಾಡು ಮಾಡಿದನು. ಈ ಪ್ರಖ್ಯಾತ ವಿಜ್ಞಾನಿಗೆ ಚರ್ಚು ಹಿಂಸೆಯನ್ನು ಕೊಟ್ಟು ಮರಣ ದಂಡನೆಯನ್ನು ವಿಧಿಸಿತು. ನ್ಯೂಟನ್ನಿನ ವಿಚಾರ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದದ್ದೇ ಆಗಿದೆ. ವಿಜ್ಞಾನಿಯಲ್ಲದೆ ಇದ್ದರೂ ಫ್ರಾನ್ಸಿಸ್ ಬೇಕನ್ (೧೫೬೧-೧೬೨೬) ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ತರ್ಕಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳಿಂದ ಸಾಮಾನ್ಯ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಕಟ್ಟುವ ಅನುಮಿತಿಯ ಪದ್ಧತಿಯನ್ನು (Deductive logic) ಕಲ್ಪಿಸಿ ಉಪಕಾರಮಾಡಿದನು. ಇದಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿಯಾಗಿ ಮೂಲತತ್ತ್ವಗಳಿಂದ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವಿಷಯವನ್ನು ಅನುಮಾನದಿಂದ ತಿಳಿಯುವ ಪದ್ಧತಿಯನ್ನು (Inductive logic) ಫ್ರಾನ್ಸಿನ ಡೆಕಾರ್ಟೆ (೧೫೯೬-೧೬೫೦) ಬೆಳೆಸಿದನು. ಇವಲ್ಲದೆ ಡೆಕಾರ್ಟೆ ಗಣಿತದ ಎರಡು ಹೊಸ ಶಾಖೆಗಳನ್ನೇ ಸೃಷ್ಟಿ ಮಾಡಿದನು. ಒಂದು ಬೀಜಗಣಿತದ ರೇಖಾಗಣಿತ (Algebraic Geometry), ಇನ್ನೊಂದು 'ಇಂಟೆಗ್ರಲ್ ಕ್ಯಾಲುಕ್ಲಸ್'

(Integral Calculus). ಡಿಫರೆನ್ಸಿಯಲ್ ಕ್ಯಾಲುಕ್ಲಸ್ (Differential Calculus) ನ್ನು ನ್ಯೂಟನ್, ಜರ್ಮನಿಯ ಲೈಬ್ನಿಟ್ಸ್ ಇಬ್ಬರೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದರು.

ಹಾಲೆಂಡಿನ ಹಾಯ್ಗನ್ಸ್ (೧೬೨೯-೯೫) ನಲ್ಲಿ ಗಣಿತ ದೊಂದಿಗೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಕೌಶಲವೂ ಸೇರಿತ್ತು. ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನು ಮೊದಲು ಅಳತೆಮಾಡಿದವನು ಈತ.

ನ್ಯೂಟನ್ನಿನ ಅನಂತರ ಬಂದ ದೊಡ್ಡ ಗಣಿತ ಮತ್ತು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ಪಂಡಿತರಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯರಾದವರು ಸ್ವಿಟ್ಸರ್ಲೆಂಡಿನ ಆಯಿಲರ್ (೧೭೦೭-೮೩), ಫ್ರಾನ್ಸಿನ ಡ್ಯಾಲೆಂಬರ್ಟ್ (೧೭೧೭-೮೩), ಲ್ಯಾಗ್ರಾಂಜ್ (೧೭೩೬-೧೮೧೩), ಲ್ಯಾಪ್ಲೇಸ್ (೧೭೪೯-೧೮೨೭), ಲೆಜೆಂಡ್ರೆ (೧೭೫೨-೧೮೩೩).

ಇತ್ತ ಕಡೆ ಸ್ವಿಟ್ಸರ್ಲೆಂಡಿನ ಬರ್ನೌಲಿ ಸಹೋದರರು ಜೇಮ್ಸ್ (೧೬೫೪-೧೭೦೫) ಮತ್ತು ಜಾನ್ (೧೬೬೭-೧೭೪೮), ಜಾನಿನ ಮಗ ಡೇನಿಯಲ್ (೧೭೦೦-೧೭೮೨) ಗಣಿತ ಮತ್ತು ಭೌತ ಶಾಸ್ತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಹಿರಿದಾದ ಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದರು.

ಜಲಸ್ಥಿತಿಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ರಾಬರ್ಟ್ ಬಾಯಿಲ್ (೧೬೨೭-೯೧) ತಳಹದಿಯನ್ನು ಹಾಕಿದನು. ಪ್ರೀಸ್ಟ್ಲಿ (೧೭೩೩-೧೮೦೪) ಅನಿಲ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿದನು. ಸ್ವೀಡನ್ನಿನ ಷೀಲ್ (೧೭೪೨-೧೭೮೬), ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಕ್ಯಾವೆಂಡಿಷ್ (೧೭೩೧-೧೮೧೦), ಫ್ರಾನ್ಸಿನ ಲ್ಯಾವಾಯಿಸಿಯರ್ (೧೭೪೩-೯೪), ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಡಾಲ್ಟನ್ (೧೭೬೬-೧೮೪೪), ಬರ್ಸಿಲಿಯಸ್ (೧೭೭೯-೧೮೪೮) ಇವರು ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ಬೆಳೆಸಿದರು.

ರಾಸಾಯನಿಕ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಆಕರ್ಷಣೆಗಳು ಎರಡೂ

ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಎಂದು ಸೂಚಿಸಿದವನು ಹಂಫ್ರಿ ಡೇವಿ (೧೭೭೮-೧೮೨೯). ಪ್ರಖ್ಯಾತನಾದ ಮೈಕೇಲ್ ಫ್ಯಾರಡೆ (೧೭೯೧-೧೮೬೭) ಈತನ ಶಿಷ್ಯ.

ಶಕ್ತಿಯ ಇತಿಹಾಸದ ಮೊದಲನೆಯ ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಣಿ ಬಲವು ಎಷ್ಟು ಮುಖ್ಯವಾಗಿತ್ತೆಂದು ನೋಡಿದ್ದೇವೆ. ಎರಡನೆಯ ಘಟ್ಟವಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗುವುದು ಯಂತ್ರಗಳಿಂದ. ಈ ಯಂತ್ರವಿದ್ಯೆಯು ಬೆಳೆದಿರುವುದು ಪ್ರಯೋಗ ವಿಜ್ಞಾನದ (Applied Science) ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ. ಪ್ರಯೋಗ ವಿಜ್ಞಾನದ ತಳಪಾಯವೇ ಶುದ್ಧ ವಿಜ್ಞಾನ. ವಿಜ್ಞಾನವು ಕ್ರಿ. ಶ. ೪ ನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುವುದು ನಿಂತಿದ್ದರಿಂದ ಯಂತ್ರಶಿಲ್ಪವೂ ಬೆಳೆಯಲಿಲ್ಲ. ಹಿಂದೆ ನೋಡಿದ ನ್ಯೂಟನ್ ಮುಂತಾದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೬ ನೆಯ ಶತಮಾನದಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಮತ್ತೆ ಬೆಳೆಸಿದ ಮೇಲೆ ಹೊಸ ಶಾಸ್ತ್ರಗಳೇ ಉದ್ಭವವಾದವು. ಈ ಅನುಕೂಲವಾದ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಜೇಮ್ಸ್ ವ್ಯಾಟ್ (೧೭೩೬-೧೮೧೯) ಮಹನೀಯನ ಆವಿಯ ಯಂತ್ರವು ನಿರ್ಮಾಣವಾಗಿ ಹೊಸ ಯಂತ್ರಯುಗವನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿತು. ಅಂದಿನಿಂದ ಇಂದಿನವರೆಗೂ ಹೊಸ ಯಂತ್ರಗಳ ನಿರ್ಮಾಣವು ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತಲೇ ಇದೆ. ನಿಸರ್ಗದ ರಹಸ್ಯಗಳನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನವು ಒಂದು ಕಡೆ ಬಿಡಿಸುತ್ತಿದೆ. ಅದರಿಂದ ಪ್ರಯೋಗ ವಿಜ್ಞಾನವು ಬೆಳೆಯುತ್ತಿದೆ. ಇನ್ನೊಂದು ಕಡೆ ಈ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಯಂತ್ರಶಿಲ್ಪವು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಸಾಗುತ್ತಿದೆ. ಇದೊಂದು ಕೊನೆಯನ್ನು ಅರಿಯದ ಮಹಾಯಾತ್ರೆ.

ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಭೇದಗಳು

೧. ತೆಂಗಿನ ಮರದಿಂದ ಕಾಯಿ ನೆಲಕ್ಕೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಅದು ಕಾಲಿನ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗ ಅದರ ಶಕ್ತಿಯ ಅನುಭವ ನಮಗೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾದರೆ ಮರದ ಮೇಲೆ ಇದ್ದಾಗಲೂ ಕಾಯಿಗೆ ಈ ಶಕ್ತಿಯಿತ್ತೆ? ಇತ್ತು. ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಇದ್ದಾಗ ಒಂದು ರೂಪದಲ್ಲಿತ್ತು. ಅಲ್ಲಿ ಚಲನೆಯಿರಲಿಲ್ಲ. ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬಿದ್ದಾಗ ಸ್ಥಾನಶಕ್ತಿಯು ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಬದಲಾಯಿತು.

೨. ಬಿಸಿಲಿನಲ್ಲಿ ನೆಲ ಕಾಯುತ್ತದೆ. ಬರಿಗಾಲಿನಲ್ಲಿ ನಡೆದರೆ ಕಾಲು ಸುಡುತ್ತದೆ. ಬೆಳಿಗ್ಗೆ ಈ ಸುಡುವ ಶಕ್ತಿ ಕಡಿಮೆ. ಮಧ್ಯಾಹ್ನದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು. ಬೆಂಕಿಯ ಕೆಂಡದಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು. ಈ ಶಾಖವೂ ಶಕ್ತಿಯ ಒಂದು ವಿಭಾಗ.

೩. ಬಿಸಿಲಿನಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವಾಗ ಕಾಲು ಸುಡುವುದು ಮಾತ್ರವೇ ಅಲ್ಲ, ಕಣ್ಣೂ ಕೋರೈಸುತ್ತದೆ. ಹಾಗಾದರೆ ಚರ್ಮಕ್ಕೆ ತಗಲುವ ಶಾಖವೊಂದೇ ಅಲ್ಲದೆ ಕಣ್ಣಿನ ಮೇಲೆ ತಾಕುವ ಇನ್ನೊಂದು ಬಗೆಯ ಶಕ್ತಿಯೂ ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿದೆ ಹಾಗಾಯಿತು. ಇದೇ ಬೆಳಕು. ಈ ಶಕ್ತಿಯು ಉರಿಯುವ ಬೆಂಕಿಯಲ್ಲಿದೆ, ದೀಪದಲ್ಲಿದೆ, ನಕ್ಷತ್ರಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇದೆ.

೪. ವೀಣೆಯ ನಾದವನ್ನು ಕೇಳುತ್ತೇವೆ. ದೀಪಾವಳಿಯಲ್ಲಿ ಆನೆ ಪಟಾಕಿಯ ಗದ್ದಲವನ್ನು ಕೇಳುತ್ತೇವೆ. ನಮ್ಮ ಕಿವಿಗೆ ಅದರ ಅನುಭವವಾಗಬೇಕಾದರೆ ಧ್ವನಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಶಕ್ತಿ ಇರಬೇಕಲ್ಲವೆ?

ಈ ನಾಲ್ಕು ಪ್ರಭೇದಗಳನ್ನು ನಾವು ಬಹಳ ಹಿಂದಿನಿಂದಲೂ ಅರಿತಿದ್ದೇವೆ. ನಮ್ಮ ಪಂಚೇಂದ್ರಿಯಗಳ ಮೂಲಕ ನೇರವಾಗಿ ಈ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅನುಭವಿಸುತ್ತೇವೆ.

ಇನ್ನೂ ಕೆಲವು ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಭೇದಗಳಿವೆ. ಒಂದು ಕಾಂತಶಕ್ತಿ, ಇನ್ನೊಂದು ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿ, ಮತ್ತೊಂದು ರಸಾಯನ ಶಕ್ತಿ. ಇವು ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಅಷ್ಟು ಪರಿಚಿತವಲ್ಲ. ನಾವು ಉತ್ತರಮುಖಿಯನ್ನು ಕಂಡಿದ್ದೇವೆ. ಅದನ್ನು ಹೇಗೆ ತಿರುಗಿಸಿದರೂ ಕೊನೆಗೆ ಅದು ಉತ್ತರ ದಿಕ್ಕಿಗೇ ತಿರುಗಿ ನಿಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಅದನ್ನು ಹಾಗೆ ತಿರುಗಿಸುವುದು ಕಾಂತಶಕ್ತಿ (magnetism). ಮಳೆಗಾಲದಲ್ಲಿ ಸಿಡಿಲು ಹೊಡೆಯುವುದನ್ನು ಕಾಣದವರಿಲ್ಲ. ಸಿಡಿಲಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಗುವುದು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ. ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಆಮ್ಲಜನಕ, ಜಲಜನಕ, ಎಂಬ ಅನಿಲಗಳು ಸೇರಿವೆಯೆಂದು ಕೇಳಿದ್ದೇವೆ. ಆಮ್ಲಜನಕ ಅತಿಚುರುಕಾದ ಒಂದು ಅನಿಲ. ಜಲಜನಕ ಬೇರೆ ಸ್ವಭಾವದ ಇನ್ನೊಂದು ಅನಿಲ. ಇವೆರಡೂ ಸೇರಿದರೆ ಇವೆರಡರಿಂದಲೂ ಭಿನ್ನವಾದ ನೀರು ಹೇಗೆ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಬಹುದು? ಹೇಗೆ ಆಗುತ್ತದೆಯೋ ಅದು ರಸಾಯನ ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಭಾವ.

ಹೀಗೆ ಶಕ್ತಿಯ ವಿಭಾಗಗಳನ್ನು ಎಲ್ಲೆಲ್ಲಿಯೂ ಕಾಣುತ್ತಿದ್ದೇವೆಯಲ್ಲ. ಇವುಗಳ ಸ್ವಭಾವವೇನು? ಒಂದಕ್ಕೂ ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೂ ಏನಾದರೂ ಸಂಬಂಧವಿದೆಯೆ? ಅಥವಾ ಒಂದೊಂದೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕವೆ? ಈ ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ಯೋಚನೆಮಾಡಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೯ ನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಗಳ ಸ್ವರೂಪದ ವಿಚಾರವಾಗಿ ಒಂದು ಮಹಾತತ್ತ್ವವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು.

ಶಕ್ತಿಯ ನಿತ್ಯತ್ವ

ಜೂಲ್ (೧೮೧೮-೧೮೮೯) ಎಂಬ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿ ನಲವತ್ತು ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ಪ್ರಯೋಗ

ಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿ, ಶಕ್ತಿಯ ವಿವಿಧ ರೂಪಗಳಿಗೆ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಿ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಫಲಕ್ಕೆ ಒಂದು ಶಾಸ್ತ್ರೀಯವಾದ ರೂಪವನ್ನು ಕೊಟ್ಟನು. ಒಂದು ಕಬ್ಬಿಣದ ತುಂಡನ್ನು ಅಟ್ಟದ ಮೇಲಿನಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಕಬ್ಬಿಣದ ತುಂಡಿನ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಹಾಗೆ ಕೆಡವಿದರೆ ಶಾಖ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿ ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಬೆಂಕಿಯ ಕಿಡಿಯೂ ಕಾಣುವುದಷ್ಟೆ! ಕಬ್ಬಿಣವು ಬಿದ್ದ ರಭಸದ ಚಲನಶಕ್ತಿಗೂ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಶಾಖದ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೂ ಏನಾದರೂ ಸಂಬಂಧವಿದೆಯೆ? ಎಂದು ಜೂಲ್ ವಿಮರ್ಶೆ ಮಾಡಿ, ಒಂದು ಕ್ಲುಪ್ತವಾದ ಸಂಬಂಧವಿರುವುದೆಂದು ತೋರಿಸಿದನು. ಒಂದು ಪೌಂಡ್ ನೀರನ್ನು, ಫ್ಯಾರನ್ ಹೀಟ್ ಒಂದು ಡಿಗ್ರಿಯಷ್ಟು, ಕಾಯಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯು ಒಂದು ಪೌಂಡ್ ತೂಕವನ್ನು ೭೭೮ ಅಡಿಗಳಷ್ಟು ಎತ್ತರ ಎತ್ತಬಲ್ಲದೆಂದು ಅಳತೆ ಮಾಡಿದನು. ಇವೇ ಮೊದಲಾದ ಶೋಧನೆಗಳ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಶಕ್ತಿನಿತ್ಯತ್ವ (Conservation of Energy) ವೆಂಬ ಮೂಲಭೂತವಾದ ತತ್ತ್ವ ಹೊರಕ್ಕೆ ಬಂತು. ಭೌತಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಆಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಏನೂ ನಾಶವಾಗುವುದಿಲ್ಲ, ಏನೂ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಒಂದು ಹೋಯಿತು. ಇನ್ನೊಂದು ಬಂದಿತು. ಒಂದುಕಡೆ ಎಷ್ಟು ಹೋಯಿತೋ ಇನ್ನೊಂದು ಕಡೆ ಅಷ್ಟೇ ಬರುತ್ತದೆ. ಚಲನಶಕ್ತಿ ಹೋಯಿತು. ಶಾಖ ಬರಬಹುದು, ಬೆಳಕು ಬರಬಹುದು, ಶಬ್ದ ಬರಬಹುದು, ವಿದ್ಯುತ್ ಬರಬಹುದು. ಮೂಲಭೂತವಾದ ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಮಾಣ ಒಂದು ರೂಪದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ನಾಶವಾಗುವ ಹಾಗೆ ಕಾಣುತ್ತದೆಯೋ, ಎಂದರೆ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆಯೋ ಅಷ್ಟೇ ಅಳತೆ ಕರಾರುವಾಕ್ಕಾಗಿ ಒಂದಲ್ಲದೆ ಹೋದರೆ ಎರಡು, ಮೂರು, ನಾಲ್ಕು ಬೇರೆ

ರೂಪಗಳಲ್ಲಿ ಹೊರಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತವೆ. ಈ ತತ್ತ್ವ ಕೈಗೆ ಸಿಕ್ಕಿದ ಮೇಲೆ ನಿಸರ್ಗದ ನಿಯಮಗಳ ಪರಿಚಯವು ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತಾ ಬಂತು. ನಾವು ಸೃಷ್ಟಿ ಮಾಡುವುದು ಏನೂ ಇಲ್ಲ. ಇದ್ದುದ್ದನ್ನು ಬಳಸಿ ಕೊಳ್ಳುವುದು ನಮ್ಮ ಕೆಲಸ ಎಂದು ಮಂದಟ್ಟಾಯಿತು.

ಕೈಗಾರಿಕೆಯ ಯುಗ

ಇಂದಿನ ನಾಗರಿಕತೆಯು ಶುದ್ಧ ವಿಜ್ಞಾನ, ಪ್ರಯೋಗ ವಿಜ್ಞಾನ—ಇವುಗಳಿಂದ ಪೋಷಿತವಾದ, ಯಂತ್ರಶಿಲ್ಪದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಬೆಳೆದ ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳ ಮೇಲೆ ನಿಂತಿದೆ. ಈ ಕೈಗಾರಿಕೆಯ ಆಂದೋಲನವು ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಈಚೆಗೆ ಪ್ರಕಟವಾದದ್ದು ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೮ ನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ.

ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೭ ನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಕಲ್ಲಿದ್ದಿಲನ್ನು ಗಣಿಗಳಿಂದ ತೆಗೆಯುವುದು ಲಾಭಕರವಾದ ವೃತ್ತಿಯಾಗಿತ್ತು. ಗಣಿಗಳು ಆಳವಾಗಿ ಹೋದಷ್ಟೂ ಒಳಗೆ ಸೇರಿದ ನೀರನ್ನು ಎತ್ತುವುದು ಕಷ್ಟವಾಯಿತು. ಕುದುರೆಗಳಿಂದ ಎಳೆಸುತ್ತಿದ್ದ ಪಂಪುಗಳಿಗೆ ಈ ನೀರನ್ನು ತೆಗೆಯುವುದು ಸಾಧ್ಯವೇ ಇಲ್ಲದೆ ಹೋಗಿ ಎಷ್ಟೋ ಗಣಿಗಳು ಕೆಲಸವನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಬೇಕಾಯಿತು.

ಸ್ಯಾವರಿ ಯಂತ್ರ

ಆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಫ್ರಾನ್ಸಿನ ಪೆಪಿನ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ನೀರಿನ ಆವಿಯ ಮೇಲೆ ಕೆಲವು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದನು. ಅವುಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಸ್ಯಾವರಿ ಎಂಬ ಯುದ್ಧಶಿಲ್ಪಿಯು ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೬೯೮ ರಲ್ಲಿ ಆವಿಯ ಬಲದಿಂದ ಒಂದು ಪಂಪನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದನು. ಗುಂಡಾದ ಕಟಾಹ

ವೊಂದರಲ್ಲಿ (Boiler) ಆವಿಯನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಿ, ಕೊಳವಿ
ಮೂಲಕ ಅದನ್ನು ಒಂದು ಕೋಶದಲ್ಲಿ ಕೂಡಿಟ್ಟು, ಕವಾ
(Valve) ಗಳ ಮೂಲಕ ಸೇದಿಕೊಳ್ಳುವ ನಾಳಕ್ಕೂ (Suctio
pipe) ನಿರ್ಗಮ ನಾಳಕ್ಕೂ (Delivery pipe) ಜೋಡಿಸಿದ್ದನ
ಆವಿಯು ತಣ್ಣೀರಿನ ತುಂತುರುಗಳಿಂದ ದ್ರವವಾದಾಗ ಕೋ
ದಲ್ಲಿ ನಿರ್ವಾಯುಸ್ಥಿತಿ ಬರುತ್ತದೆ (Vacuum). ಆಗ ಸೇ
ಕೊಳ್ಳುವ ನಾಳಕ್ಕೆ ಕೆಳಗಡೆ ಇರುವ ಗುಂಡಿ (Sump)ಯಿಂ
ನೀರು ಬಂದು ಕೋಶವನ್ನು ತುಂಬುತ್ತದೆ. ಮತ್ತೆ ಕೋಶಕ
ಆವಿಯನ್ನು ಬಿಟ್ಟಾಗ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ನೀರು ನಿರ್ಗಮ ನಾಳ
ಮಾರ್ಗವಾಗಿ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಮೊದಲ ಯತ್ನವಾ
ರಿಂದ ಈ ಪಂಪು ಅಷ್ಟು ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡಲಿಲ್ಲ.

ನ್ಯೂಕೋಮನ್ ಯಂತ್ರ— ನ್ಯೂಕೋಮನ್ ಈ ಪಂ
ನಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಮಾರ್ಪಾಡುಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದನು. ಈ ಯಂತ್ರ
ಕೆಳಗಡೆ ಮುಚ್ಚಿದ್ದು ಮೇಲುಗಡೆ ಬಾಯಿತೆರೆವ ಲಂಬವಾ
(Vertical) ಉರುಳೆ (Cylinder) ಯಲ್ಲಿರುವ ಅಡುಬೆ
(Piston)ಯ ಮೇಲೆ ವಾಯು ಭಾರವು(Atmosphere) ಅದ
ಮುವುದರಿಂದ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ಅಡುಬೆಣೆಯನ್ನು ತಿ
ಗಾಣೆಯ (Pipot) ಮೇಲೆ ನಿಂತಿರುವ ಮರದ ತೊಲೆಯ ಒಂದ
ಕೊನೆಗೆ ಸೇರಿಸಿದೆ. ತೊಲೆಯ ಇನ್ನೊಂದು ಕೊನೆಯಿಂದ ಒಂದ
ಪಂಡವನ್ನು ತೂಗುಹಾಕಿ ಅದನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಪಂಪಿ
ಅಡುಬೆಣೆಗೆ ತಗಲಿಸಿದೆ. ಉರುಳೆಯ ಅಡುಬೆಣೆಯ ಕೆಳಭಾ
ದಲ್ಲಿ ಆವಿಯನ್ನು ತುಂಬಿ ಅದನ್ನು ತಣ್ಣೀರಿನ ಚಿಲುಮೆಗಳಿಂ
ದ್ರವರೂಪಕ್ಕೆ ತರುತ್ತಾರೆ. ಅಲ್ಲಿ ನಿರ್ವಾಯುಸ್ಥಿತಿ ಪ್ರಾಪ್ತ
ವಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ಉರುಳೆಯ ಅಡುಬೆಣೆಯ ಮೇಲೆ ಒತ್ತ

ತ್ತಿರುವ ವಾಯುಭಾರವು ಅಡುಬೆಣೆಯನ್ನು ಕೆಳಕ್ಕೆ ಇಳಿಸುತ್ತದೆ. ತೊಲೆಯ ಇನ್ನೊಂದು ಕೊನೆಗೆ ತಗಲಿಸಿರುವ ಪಂಪಿನ ಅಡು ಬೆಣೆಯು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಏಳುತ್ತದೆ. ಗಣಿಯಿಂದ ಒಂದು ಬಕೆಟ್ ನೀರು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಪಂಪಿನ ದಂಡಕ್ಕೆ ಮತ್ತಷ್ಟು ತೂಕವನ್ನು ಹೇರುವುದರ ಮೂಲಕ ಪಂಪಿನ ಅಡುಬೆಣೆಯನ್ನು ಮತ್ತೆ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಇಳಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಚಕ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಪುನರಾವೃತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಗಣಿಯಿಂದ ನೀರು ಒಂದೊಂದು ಬಕೆಟ್ಟಿನ ಆಳತೆಯಲ್ಲಿ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಈ ಪಂಪಿನಲ್ಲಿ ಕೆಲಸದ ಬಹುಭಾಗವನ್ನು ವಾಯುಭಾರವೇ ಮಾಡುವುದರಿಂದ ಇದನ್ನು ವಾಯುಭಾರ ಯಂತ್ರವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ವಾಯುಭಾರದ ಒತ್ತಡವು ಒಂದು ಚದರಂಗುಲದ ಮೇಲೆ ೧೪.೭ ಪೌಂಡಿನಷ್ಟು ಮಾತ್ರವೇ ಇರುವುದರಿಂದ ೭೬ ಅಶ್ವಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಒದಗಿಸ ಬಲ್ಲ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಅಡುಬೆಣೆಯ ವ್ಯಾಸವು ೬ ಅಡಿಯಷ್ಟಿರ ಬೇಕು. ಈ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಇಂದಿಗೂ ದೊಡ್ಡಯಂತ್ರಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಒಂದು ಮುಖ್ಯಾಂಶವಿದೆ. ಬೇರೆ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭವಾದ ಚಲನೆಗಳನ್ನು ವಾಯುಶೂನ್ಯ ತೆಯು (Vacum)ಪೂರ್ತೈಸುತ್ತದೆ. ಕ್ರಮೇಣ ಈ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಮಾರ್ಪಾಡುಗಳಾದವು. ಒಂದೊಂದು ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿಯೂ ಕೈಯಿಂದ ನಲ್ಲಿಗಳನ್ನು ತಿರುಗಿಸುವ ಕೆಲಸವನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಲು, ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಯಂತ್ರದ ಬಲವನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಬಾಗಿಲು (Valves) ಗಳು ತಾವಾಗಿಯೇ ತೆರೆದು ಮುಚ್ಚುವ ಹಾಗೆ ಮಾಡಿದರು. ನ್ಯೂಕೋಮನ್ ಯಂತ್ರಗಳು ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿ ಒಂದು ಶತಮಾನ ಕೆಲಸ ಮಾಡಿವೆ. ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೭೫೧ ರಿಂದಲೂ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದ ಒಂದು ಯಂತ್ರವು ಕೆಟ್ಟುಹೋದಾಗ

ಅದನ್ನು ೧೯೧೮ ರಲ್ಲಿ ಕೆನ್‌ಸಿಂಗ್ಟನ್ ವಸ್ತು ಸಂಗ್ರಹಾಲಯದ
ಇಡಲಾಯಿತು.

ನ್ಯೂಕೋಮೆನ್ ಆವಿಯ ಯಂತ್ರವು ತಯಾರಾಗಿ ಅ
ರಿಂದ ಆಳವಾದ ಗಣಿಗಳಿಂದ ನೀರನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆತ್ತಿ ಗಣಿ
ಕೆಲಸಗಳು ಮುಂದುವರಿದ ಮೇಲೆ ೬೦ ವರ್ಷಗಳ ಕಾ
ಯಾರೂ ಈ ಶಕ್ತಿ ಸಾಧನೆಯನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಲಿಲ್ಲ. ಕ್ರಿ.
೧೮ ನೆಯ ಶತಮಾನದ ಪೂರ್ವಾರ್ಧದಲ್ಲಿ ಬ್ರಿಟನ್ನಿನಲ್ಲಿ ವ್ಯ
ಸಾಯವೇ ಮುಖ್ಯ ಕಸಬಾಗಿತ್ತು. ಉಣ್ಣೆಯ ಕೈಗಾರಿಕೆಯ
ಗೃಹಕೈಗಾರಿಕೆಯಾಗಿ ತೊಳಲುತ್ತಿತ್ತು. ಸಾಗಣೆ(Transpor
ಗೆ ಅನುಕೂಲಗಳು ಸಾಲದೆ ವ್ಯಾಪಾರಕ್ಕೂ ಹೊಸ ಕೈಗಾರಿ
ಗಳಿಗೂ ಅಡ್ಡಿಯಾಗಿತ್ತು. ರಸ್ತೆಗಳ ಅನುಕೂಲವಿರಲಿಲ್ಲ. ನಾ
ಗಳನ್ನು ಕಂಡವರೇ ಇಲ್ಲ. ದೋಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಹೊಳೆಗಳ ಮೇಲೂ
ಕುದುರೆಯ ಗಾಡಿಗಳಲ್ಲಿ ನೆಲದ ಮೇಲೂ ಸಾಮಾನುಗಳನ್ನು
ಸಾಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು.

ಅದೇ ಶತಮಾನದ ಉತ್ತರಾರ್ಧದಲ್ಲಿ ತಯಾರಾದ ಹತ್ತಿಯ
ಗಿರಣಿಗಳನ್ನು ನಡೆಸುವುದಕ್ಕೆ ಮತ್ತಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪಾದ
ಅವಶ್ಯಕವಾಯಿತು. ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೭೬೪ ರಲ್ಲಿ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ
ಹಾರ್‌ಗ್ರೀವ್ಸ್ ಒಂದು ನೂಲುವ ಯಂತ್ರವನ್ನು (Spinning
Jenny) ತಯಾರುಮಾಡಿದನು. ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿಯೆ
ಹತ್ತಿಯನ್ನು ರೋಲರುಗಳ ಮೇಲೆ ಹಾಯಿಸಿ ಎಕ್ಕುವ ಯಂತ್ರ
ತಯಾರಾಯಿತು. ಈ ಯಂತ್ರಗಳಿಂದ ಬಂದ ಹತ್ತಿ (Sliver
ಸ್ವಲ್ಪ ತೆಳ್ಳಗಾಗಿ, ಸ್ವಲ್ಪ ಹುರಿಯಾದ ಮೇಲೆ ನೂಲುವ
ಯಂತ್ರಕ್ಕೆ ಹೋಗುತ್ತಿತ್ತು. ರೇಷ್ಮೆ, ನಾರು, ಇವನ್ನು ಇನ್ನೂ
ಚೆನ್ನಾಗಿ ಹುರಿಮಾಡುವ ಹಾಗೆ ಆರ್ಕ್‌ರೈಟ್‌ನ ಯಂತ್ರ

Water france) ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೭೬೯ರಲ್ಲಿ ತಯಾರಾಯಿತು. ಇನ್ನೂ ನಯವಾದ ನೂಲನ್ನು ತೆಗೆಯುವ ಹಾಗೆ ಕಾಂಪ್ಟನ್ ಮ್ಯುಲೆ (Mule) ಎಂಬ ಯಂತ್ರವನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದನು. ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೭೮೫ರಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಟ್‌ರೈಟ್ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಯಂತ್ರಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಕೆಲಸಮಾಡಬಲ್ಲ ನೆಯ್ಗೆಯ ಯಂತ್ರವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದನು.

ಈ ಗಿರಣಿಗಳ ಉಪಯೋಗದಿಂದ ಹತ್ತಿ ಮತ್ತು ಉಣ್ಣೆ ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳು ಬೆಳೆಯುವುದಕ್ಕೆ, ಅವುಗಳನ್ನು ಚಲಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಶಕ್ತಿಯ ಅಭಾವವೇ ದೊಡ್ಡ ಅನಾನುಕೂಲವಾಗಿತ್ತು. ಕಷ್ಟಪಟ್ಟು ಕೆಲಸಮಾಡುವ ಆಳುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಸಾಲದೆ ಹೋಯಿತು. ಇದಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿಯಾಗಿ ಯಂತ್ರಶಕ್ತಿಯನ್ನು ದೊರಕಿಸುವ ಸಾಧನೆಗಾಗಿ ದೇಶವೇ ಕಾದಿತ್ತು.

ಇತ್ತ ಕಡೆ ದೇಶಾಂತರಗಳಿಗೆ ಸಮುದ್ರಯಾನ ಮಾಡಿ ಧೈರ್ಯಶಾಲಿಗಳಾದ ನಾವಿಕರು ಮಸಾಲೆ ಸಾಮಾನುಗಳು, ಚಿನ್ನ, ಬೆಳ್ಳಿ, ರತ್ನ ಇವುಗಳನ್ನು ಬ್ರಿಟನ್ನಿಗೆ ತಂದರು. ಪರದೇಶಗಳಿಂದ ಕಚ್ಚಾಮಾಲುಗಳನ್ನು ಸಮುದ್ರದ ಮೇಲೆ ತರಿಸಬಹುದಾಗಿತ್ತು. ಆ ಮಾಲುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಬಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ತಯಾರು ಮಾಡಿ ಮಾರಿ ಲಾಭವನ್ನು ಸಂಪಾದಿಸಬಹುದಾಗಿತ್ತು. ಹತ್ತಿಯ ಗಿರಣಿಗಳನ್ನು ನಡೆಸುವುದಕ್ಕೆ ಅಪಾರವಾದ ಧನಸಹಾಯ ಬೇಕಿತ್ತು. ಅಲ್ಲೊಬ್ಬರು ಇಲ್ಲೊಬ್ಬರ ಕೈಯಲ್ಲಿ ಹುಳಿತು ಹೋಗುವಷ್ಟು ಧನವಿದ್ದರೂ ಜನ ಸಾಮಾನ್ಯರಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲೂ ಇಲ್ಲದ ಬಡತನ ಹರಡಿತ್ತು. ಯಂತ್ರ ವಿದ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತಿದ್ದ ಯೂರೋಪಿನ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳ ಮಧ್ಯೆ ತಮ್ಮ ಸಾಮಾನುಗಳ ಗಿರಾಕಿಗಳಿಗಾಗಿ ಪೈಪೋಟಿ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿ ಹೋರಾಟದಲ್ಲಿ ಪರ್ಯಾವಸಾನವಾಯಿತು. ಒಂದೊಂದು

ದೇಶವೂ ಪ್ರಬಲವಾದ ಸೇನಾಬಲವನ್ನು ನೌಕಾಬಲವನ್ನು
ಬೆಳಸಿ ಯುದ್ಧವನ್ನಾದರೂ ಮಾಡಿ ಗಿರಾಕಿಗಳನ್ನು ಗಿಟ್ಟಿಸು
ದರಲ್ಲಿ ಉದ್ಯುಕ್ತವಾಯಿತು. ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳ ಯಾಂತ್ರೀಕರಣ
ಮಾತ್ರವೇ ಅಲ್ಲದೆ ಯುದ್ಧದ ಯಾಂತ್ರೀಕರಣಕ್ಕೂ ಯಂತ್ರಶ
ಬೇಕಾಯಿತು. ಆಗ ಬ್ರಿಟನ್ನಿನ ಜನ ಬೇಡಿದ್ದನ್ನು ನೀಡಿದಾ
ಜೇಮ್ಸ್ ವ್ಯಾಟ್ (೧೭೩೬–೧೮೧೯).

ವ್ಯಾಟ್ ಮಹಾಶಯನ ಯಂತ್ರ

ವ್ಯಾಟ್ ಗ್ಲಾಸ್ಗೊ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ಯಂತ್ರೋಪ
ರಣಗಳ ನಿರ್ಮಾಣದಲ್ಲಿ ನಿರತನಾಗಿದ್ದಾಗ ಅಲ್ಲಿಗೆ ನ್ಯೂಕೊ
ಮನ್ ಆವಿಯ ಯಂತ್ರವೊಂದು ರಿಪೇರಿಗೆ ಬಂತು. ಯಂತ್ರ
ವೇನೋ ಸರಿಹೋಯಿತು. ಆದರೆ ಪ್ರತಿಭಾಶಾಲಿ ವ್ಯಾಟ
ಆ ಯಂತ್ರವು ಒಂದು ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಒದಗಿಸಿತು. ನ್ಯೂಕೊ
ಮನ್ನಿನ ಪಂಪಿನಲ್ಲಿ ಕಟಾಹದಲ್ಲಿ (Boiler) ಆವಿಯು ಸಿದ್ಧವಾ
ಮತ್ತು ಖರ್ಚಾಗಿ ಅದರಲ್ಲಿ ನೀರೇ ಬತ್ತಿಹೋಗುತ್ತಿತ್ತು
ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನೆಂದು ನೋಡಿದರೆ ಪಂಪಿನ ಎರಡು ಪ್ರಹಾ
ಗಳಿಗೆ ನಡುವೆ ಉರುಳೆಯು ಆರಿಹೋಗುತ್ತಿತ್ತು. ಇದನ್ನು
ಮತ್ತೆ ಕಾಯಿಸುವುದರೊಳಗೆ ಆವಿಯೆಲ್ಲವೂ ದ್ರವವಾ
ಪಂಪಿನ ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಏನೂ ಉಳಿಯುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಉರುಳೆಯನ್ನು
ಆರುವುದಕ್ಕೆ ಬಿಡದೆ ಕಾಖವಾಗಿಯೇ ಇಟ್ಟಿದ್ದರೆ ಆವಿಯು
ಪೋಲಾಗುವುದು ಉಳಿಯುವುದೆಂದು ತೋರಿತು. ಆದರೆ ಇದನ್ನು
ಮಾಡುವುದು ಹೇಗೆ? ಇದೇ ಯೋಚನೆಯಲ್ಲಿ ಮಗ್ನನಾದ
ವಿಜ್ಞಾನಿಗೆ ಪರಿಹಾರ ತೋರುವುದು ತಡವಾಗಲಿಲ್ಲ. ಉರುಳೆಯ
ಹೊರಗಡೆ ಆವಿಯು ದ್ರವವಾಗುವ ಹಾಗೆ ಮಾಡಿ ಎರಡಕ್ಕೂ

ಒಂದು ನಳ್ಳಿಯಿಂದ ಏಕೆ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಬಾರದು? ಈ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಮಾಡಿ ಪರೀಕ್ಷೆ ಮಾಡಿದಾಗ ನಿರೀಕ್ಷಿತವಾದ ಫಲ ಪ್ರಾಪ್ತಿಯಾಯಿತು. ಈ ಯಂತ್ರಕ್ಕೆ ಇನ್ನೂ ಕೆಲವು ಮೇಲ್ಪಾಡುಗಳಾಗಿ ಕೊನೆಗೆ ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೭೬೯ ರಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯ ಆವಿಯ ಯಂತ್ರದ ನಿರ್ಮಾಣವಾಯಿತು. ಹಿಂದೆ ಗಣಿಗಳಿಂದ ನೀರನ್ನು ಎತ್ತುವುದಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರವೇ ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತಿದ್ದ ಆವಿಯ ಶಕ್ತಿಯು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದನೆ ಮಾಡಬಲ್ಲ ಸಾಧನೆಯಾಯಿತು. ಮುಂದಿನ ಯಂತ್ರಶಕ್ತಿಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಈ ಸಲಕರಣೆಯಿಂದ ಆದ ಉಪಯೋಗವು ಇನ್ನು ಯಾವ ಯಂತ್ರದಿಂದಲೂ ಆಗಲಿಲ್ಲವೆನ್ನಬೇಕು.

ಆವಿಯ ಯಂತ್ರದ ನಿರ್ಮಾಣವೇನೋ ಆಯಿತು. ಆದರೆ ಕಚ್ಚಾ ಸಾಮಾನುಗಳನ್ನು ಕೊಂಡುಕೊಂಡು ಜನರನ್ನು ಕೂಡಿಸಿ ಧನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ತಯಾರು ಮಾಡಿ, ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತಿರುವ ಉದ್ಯಮಶೀಲರಿಗೆ ಹಂಚಿ, ಅವರು ಆ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವವರೆಗೂ ನಿರ್ಮಾಣವು ಸಾರ್ಥಕವಾಗಲಾರದು. ಇಂಥ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ಯುದ್ಧೋದ್ಯಮದಿಂದ ಸಹಾಯ ದೊರಕಿತು.

ಅನೇಕ ವರ್ಷಗಳಿಂದಲೂ ಒಂದು ಆವಿಯ ಯಂತ್ರವನ್ನು ತಯಾರಿಸಬೇಕೆಂದು ವ್ಯಾಟ್ ಹವಣಿಸುತ್ತಿದ್ದನು. ಆದರೆ ಆವಿಯ ಒತ್ತಡವನ್ನು ತಡೆಯಬಲ್ಲ ಉರುಳೆ ದೊರಕಲಿಲ್ಲ. ಅದು ಬೆಣೆಗಳಿಗೆ ಹರಕುಬಟ್ಟೆ, ಕಾಗದ, ಏನೇನನ್ನೋ ತುರುಕಿದರೂ ಉಪಯೋಗವಾಗಲಿಲ್ಲ. ಆಗ ಫಿರಂಗಿಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸು

ವುದರಲ್ಲಿ ಉದ್ಯುಕ್ತನಾಗಿದ್ದ ವಿಲ್ಕಿನ್ಸನ್ನಿಗೆ ಹೇಳಿದನ
ಅವನಿಗೆ ಉರುಳೆಯನ್ನು ಎರಕಹೊಯ್ಯುವುದು ಸಾ
ವಾಗಿತ್ತು. ವ್ಯಾಟಿನ ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಬೇಕಾಗಿದ್ದ ಬೈರಿಗೆಯಂ
ವನ್ನು (Boring mill) ವಿಲ್ಕಿನ್ಸನ್ ತಯಾರುಮಾಡಿದ್ದನ
ಆದರೆ ಎರಕದಲ್ಲಿ ಗುಂಡಾದ ತೂತನ್ನು ಕೊರೆಯುವುದು ಕ
ವಾಗಿತ್ತು. ಕೊನೆಗೆ ಕೊರೆಯುವ ಆಯುಧಕ್ಕೆ ಎರಡ
ಕೊನೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಬಿಗಿಯಾದ ಅವಲಂಬನವನ್ನು ಒದಗಿ
ದಾಗ ಕತ್ತರಿಸುವ ಆಯುಧವು ಪೂರ್ಣವರ್ತುಲಾಕಾ
ವಾಗಿ ಕೊರೆಯಿತು. ಆವಿಯ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಎದುರಿಸಬ
ಮೊದಲನೆಯ ಉರುಳೆ ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೭೭೬ ರಲ್ಲಿ ತಯಾರ
ಯಿತು. ವ್ಯಾಟಿನ ಆವಿಯ ಯಂತ್ರನಿರ್ಮಾಣವಾಯಿತು
ಅಂದಿನಿಂದ ಶಕ್ತಿಯುಗ ಮೊದಲಾಯಿತು. ಅಂದಿನಿಂ
ಯಂತ್ರದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯೂ, ಶಕ್ತಿಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಯೂ ಒಟ್ಟಿ
ಸಾಗುತ್ತಿವೆ. ವ್ಯಾಟ್ ತಯಾರಿಸಿದ ಮೊದಲನೆಯ ಯಂ
ವನ್ನು ಎರಕದ ಮನೆಯೊಳಕ್ಕೆ (Foundry) ಗಾಳಿ ನುಗ್
ವಂತೆ ಮಾಡಿ ಉರಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ಯಂತ್ರವನ್
ಚಲಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ ವಿಲ್ಕಿನ್ಸನ್ ಕೊಂಡುಕೊಂಡನು. ಆ
ಯಂತ್ರವು ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾಗ ಅದರ ವಿಚಾರವಾಗಿ ವ್ಯಾಟ
ತನ್ನ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿ ಬೌಲ್ಟನ್ನಿಗೆ ಬರೆದ ಕಾಗದದಿಂ
ವ್ಯಾಟಿನ ಮನೋಭಾವ ಹೇಗಿತ್ತೆಂದು ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ. "ಆ
ಯಂತ್ರದ ವೇಗ, ಬಿರುಸು, ಗಾತ್ರ, ಭೀಕರಶಬ್ದ-ಇವು ನೋಡ
ುವವರಿಗೆಲ್ಲಾ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕವಾದ ಸಮಾಧಾನವನ್ನು ಕೊಡ
ುತ್ತಿವೆ. ನಂಬಿದರೆ ನಂಬು, ಬಿಟ್ಟರೆ ಬಿಡು. ಇದರ ಗಲಾಟೆಯ
ಈ ಅಜ್ಞರಿಗೆ ಇದರ ಶಕ್ತಿಯ ವಿಷಯವಾಗಿ ಬೃಹದ್ಭಾವ

ಯನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಹಾಗಿದೆ. ಮನುಷ್ಯನಲ್ಲಿ ಹೇಗೋ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿಯೂ ಹಾಗೆ ಈ ಜನ ನಿಗರ್ವಿಯಾದ ಗುಣದಿಂದ ಆಕರ್ಷಿತರಾಗಲಾರರು-ಎಂದು ಕಾಣುತ್ತದೆ.'' ಆತ ಮಹಾನುಭಾವ.

ಆಮೇಲೆ ನೂರಾರು ಆವಿಯ ಯಂತ್ರಗಳು ತಯಾರಾಗಿ ಹತ್ತಿಯ ಗಿರಣಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಹಿಟ್ಟಿನ ಗಿರಣಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಪಂಪುಗಳನ್ನು ನಡೆಸುವುದರಲ್ಲಿಯೂ ಎಲ್ಲೆಲ್ಲಿಯೂ ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದವು. ಆದರೂ ಇದರ ಎರಡು ಉಪಯೋಗಗಳು ಸಾರ್ವಜನಿಕ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಮುಖ್ಯವಾದುವು. ಒಂದು ರೈಲುಗಾಡಿ, ಇನ್ನೊಂದು ಆವಿಯ ಹಡಗು.

ರೈಲ್ವೆಯಂತ್ರ—ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೭೬೯ ರಲ್ಲಿ ಗಂಟೆಗೆ ಮೂರು ಮೈಲಿ ಹೋಗುವ ಲೋಕೊಯಂತ್ರವನ್ನು ಫ್ರಾನ್ಸಿನ ಕ್ಯೂನೊ (Cugnot) ನಿರ್ಮಾಣಮಾಡಿದನು. ತರುವಾಯ ೧೮೦೧ ರಲ್ಲಿ ಟ್ರಿವೆತಿಕ್ ಗಂಟೆಗೆ ಹನ್ನೆರಡು ಮೈಲಿಯ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಮೊದಲ ಸಾರಿ ರೈಲು ಗಾಡಿಯಲ್ಲಿ ಜನರನ್ನು ಕರೆದುಕೊಂಡು ಹೋದನು ೧೮೧೪ ರಲ್ಲಿ ಜಾರ್ಜ್ ಸ್ಟೀವನ್ಸನ್ ಗಣಿಗಳಿಂದ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲನ್ನು ಸಾಗಿಸುವಷ್ಟು ಬಲವಾದ ರೈಲ್ವೆ ಯಂತ್ರವನ್ನು ಕಟ್ಟಿದನು. ಈತನೇ ೧೮೨೯ ರಲ್ಲಿ ಗಂಟೆಗೆ ಇಪ್ಪತ್ತು ಟನ್ ಭಾರವನ್ನು ಹೊತ್ತು ಮೂವತ್ತು ಮೈಲಿ ಓಡಬಲ್ಲ ರೈಲ್ವೆ ಯಂತ್ರವನ್ನು ತಯಾರು ಮಾಡಿದನು. ಅಲ್ಲಿಯವರೆಗೂ ಇದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಓಡುವ ವಾಹನವನ್ನು ಪ್ರಪಂಚದ ಬೇರೆ ಯಾವ ಭಾಗದಲ್ಲಿಯೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿರಲಿಲ್ಲ.

ಆವಿಯ ಜಹಜು: ಸಮುದ್ರಯಾನದಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ರಗತಿಯು ಮೊದಲು ನಿಧಾನವಾಗಿದ್ದರೂ ಆ ಮೇಲೆ ಚುರುಕಾ

ಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿ, ಶಕ್ತಿಯ ವಿವಿಧ ರೂಪಗಳಿಗೆ ಇರುವ ಸಂಬಂಧ ವನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಿ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಫಲಕ್ಕೆ ಒಂದು ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ವಾದ ರೂಪವನ್ನು ಕೊಟ್ಟನು. ಒಂದು ಕಬ್ಬಿಣದ ತುಂಡನ್ನು ಅಟ್ಟದ ಮೇಲಿನಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಕಬ್ಬಿಣದ ತುಂಡಿನ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಹಾಗೆ ಕೆಡವಿದರೆ ಶಾಖ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿ ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಬೆಂಕಿಯ ಕಿಡಿಯೂ ಕಾಣುವುದಷ್ಟೆ! ಕಬ್ಬಿಣವು ಬಿದ್ದ ರಭಸದ ಚಲನಶಕ್ತಿಗೂ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಶಾಖದ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೂ ಏನಾದರೂ ಸಂಬಂಧವಿದೆಯೆ? ಎಂದು ಜೂಲ್ ವಿಮರ್ಶೆ ಮಾಡಿ, ಒಂದು ಕ್ಲುಪ್ತವಾದ ಸಂಬಂಧವಿರುವುದೆಂದು ತೋರಿಸಿ ದನು. ಒಂದು ಪೌಂಡ್ ನೀರನ್ನು, ಫ್ಯಾರಿನ್ ಹೀಟ್ ಒಂದು ಡಿಗ್ರಿಯಷ್ಟು, ಕಾಯಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯು ಒಂದು ಪೌಂಡ್ ತೂಕವನ್ನು ೭೭೮ ಅಡಿಗಳಷ್ಟು ಎತ್ತರ ಎತ್ತ ಬಲ್ಲದೆಂದು ಅಳತೆ ಮಾಡಿದನು. ಇವೇ ಮೊದಲಾದ ಶೋಧನೆಗಳ ಪರಿ ಣಾಮವಾಗಿ ಶಕ್ತಿನಿತ್ಯತ್ವ (Conservation of Energy) ವೆಂಬ ಮೂಲಭೂತವಾದ ತತ್ತ್ವ ಹೊರಕ್ಕೆ ಬಂತು. ಭೌತಪ್ರಪಂಚ ದಲ್ಲಿ ಆಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಏನೂ ನಾಶವಾ ಗುವುದಿಲ್ಲ, ಏನೂ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಒಂದು ಹೋಯಿತು. ಇನ್ನೊಂದು ಬಂದಿತು. ಒಂದುಕಡೆ ಎಷ್ಟು ಹೋಯಿತೋ ಇನ್ನೊಂದು ಕಡೆ ಅಷ್ಟೇ ಬರುತ್ತದೆ. ಜಲನಶಕ್ತಿ ಹೋಯಿತು. ಶಾಖ ಬರಬಹುದು, ಬೆಳಕು ಬರಬಹುದು, ಶಬ್ದ ಬರಬಹುದು, ವಿದ್ಯುತ್ ಬರಬಹುದು. ಮೂಲಭೂತವಾದ ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಮಾಣ ಒಂದು ರೂಪದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ನಾಶವಾಗುವ ಹಾಗೆ ಕಾಣುತ್ತ ದೆಯೋ, ಎಂದರೆ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆಯೋ ಅಷ್ಟೇ ಅಳತೆ ಕರಾರು ವಾಕ್ಕಾಗಿ ಒಂದಲ್ಲದೆ ಹೋದರೆ ಎರಡು, ಮೂರು, ನಾಲ್ಕು ಬೇರೆ

ರೂಪಗಳಲ್ಲಿ ಹೊರಟು ಬರುತ್ತವೆ. ಈ ತತ್ತ್ವ ಕೈಗೆ ಸಿಕ್ಕಿದ ಮೇಲೆ ನಿಸರ್ಗದ ನಿಯಮಗಳ ಪರಿಚಯವೂ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತಾ ಬಂತು. ನಾವು ಸೃಷ್ಟಿ ಮಾಡುವುದು ಏನೂ ಇಲ್ಲ. ಇದ್ದದ್ದನ್ನು ಬಳಸಿ ಕೊಳ್ಳುವುದು ನಮ್ಮ ಕೆಲಸ ಎಂದು ಮಂದಟ್ಟಾಯಿತು.

ಕೈಗಾರಿಕೆಯ ಯುಗ

ಇಂದಿನ ನಾಗರಿಕತೆಯು ಶುದ್ಧ ವಿಜ್ಞಾನ, ಪ್ರಯೋಗ ವಿಜ್ಞಾನ—ಇವುಗಳಿಂದ ಪ್ರೋಷಿತವಾದ, ಯಂತ್ರಶಿಲ್ಪದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಬೆಳೆದ ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳ ಮೇಲೆ ನಿಂತಿದೆ. ಈ ಕೈಗಾರಿಕೆಯ ಆಂದೋಲನವು ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಈಚಿಗೆ ಪ್ರಕಟವಾದದ್ದು ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೮ ನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ.

ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೭ ನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಕಲ್ಲಿದ್ದಿಲನ್ನು ಗಣಿಗಳಿಂದ ತೆಗೆಯುವುದು ಲಾಭಕರವಾದ ವೃತ್ತಿಯಾಗಿತ್ತು. ಗಣಿಗಳು ಆಳವಾಗಿ ಹೋದಷ್ಟೂ ಒಳಗೆ ಸೇರಿದ ನೀರನ್ನು ಎತ್ತುವುದು ಕಷ್ಟವಾಯಿತು. ಕುದುರೆಗಳಿಂದ ಎಳೆಸುತ್ತಿದ್ದ ಪಂಪುಗಳಿಗೆ ಈ ನೀರನ್ನು ತೆಗೆಯುವುದು ಸಾಧ್ಯವೇ ಇಲ್ಲದೆ ಹೋಗಿ ಎಷ್ಟೋ ಗಣಿಗಳು ಕೆಲಸವನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಬೇಕಾಯಿತು.

ಸ್ಯಾವರಿ ಯಂತ್ರ

ಆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಫ್ರಾನ್ಸಿನ ಪೆಪಿನ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ನೀರಿನ ಆವಿಯ ಮೇಲೆ ಕೆಲವು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದನು. ಅವುಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಸ್ಯಾವರಿ ಎಂಬ ಯಂತ್ರಶಿಲ್ಪಿಯು ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೬೯೮ ರಲ್ಲಿ ಆವಿಯ ಬಲದಿಂದ ಒಂದು ಪಂಪನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದನು. ಗುಂಡಾದ ಕಟಾಹ

ವೊಂದರಲ್ಲಿ (Boiler) ಆವಿಯನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಿ, ಕೊಳವಿ
ಮೂಲಕ ಅದನ್ನು ಒಂದು ಕೋಶದಲ್ಲಿ ಕೂಡಿಟ್ಟು, ಕವಾ
(Valve) ಗಳ ಮೂಲಕ ಸೇದಿಕೊಳ್ಳುವ ನಾಳಕ್ಕೂ (Suctic
pipe) ನಿರ್ಗಮ ನಾಳಕ್ಕೂ (Delivery pipe) ಜೋಡಿಸಿದ್ದನ
ಆವಿಯು ತಣ್ಣೀರಿನ ತುಂತುರುಗಳಿಂದ ದ್ರವವಾದಾಗ ಕೋ
ದಲ್ಲಿ ನಿರ್ವಾಯುಸ್ಥಿತಿ ಬರುತ್ತದೆ (Vacuum). ಆಗ ಸೇ
ಕೊಳ್ಳುವ ನಾಳಕ್ಕೆ ಕೆಳಗಡೆ ಇರುವ ಗುಂಡಿ (Sump)ಯಿಂ
ನೀರು ಬಂದು ಕೋಶವನ್ನು ತುಂಬುತ್ತದೆ. ಮತ್ತೆ ಕೋಶ
ಆವಿಯನ್ನು ಬಿಟ್ಟಾಗ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ನೀರು ನಿರ್ಗಮ ನಾಳ
ಮಾರ್ಗವಾಗಿ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಮೊದಲ ಯತ್ನವಾ
ರಿಂದ ಈ ಪಂಪು ಅಷ್ಟು ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡಲಿಲ್ಲ.

ನ್ಯೂಕೋಮನ್ ಯಂತ್ರ— ನ್ಯೂಕೋಮನ್ ಈ ಪಂ
ನಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಮಾರ್ಪಾಡುಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದನು. ಈ ಯಂತ್ರ
ಕೆಳಗಡೆ ಮುಚ್ಚಿದ್ದು ಮೇಲುಗಡೆ ಬಾಯಿತೆರೆದ ಲಂಬವಾ
(Vertical) ಉರುಳೆ (Cylinder) ಯಲ್ಲಿರುವ ಆಡುಬೆಣ
(Piston)ಯ ಮೇಲೆ ವಾಯು ಭಾರವು(Atmosphere) ಅದ
ಮುವುದರಿಂದ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ಆಡುಬೆಣೆಯನ್ನು ತಿರು
ಗಾಣಿಯ (Pipot) ಮೇಲೆ ನಿಂತಿರುವ ಮರದ ತೊಲೆಯ ಒಂದು
ಕೊನೆಗೆ ಸೇರಿಸಿದೆ. ತೊಲೆಯ ಇನ್ನೊಂದು ಕೊನೆಯಿಂದ ಒಂದು
ದಂಡವನ್ನು ತೂಗುಹಾಕಿ ಅದನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಪಂಪಿನ
ಆಡುಬೆಣೆಗೆ ತಗಲಿಸಿದೆ. ಉರುಳೆಯ ಆಡುಬೆಣೆಯ ಕೆಳಭಾಗ
ದಲ್ಲಿ ಆವಿಯನ್ನು ತುಂಬಿ ಅದನ್ನು ತಣ್ಣೀರಿನ ಚಿಲುಮೆಗಳಿಂದ
ದ್ರವರೂಪಕ್ಕೆ ತರುತ್ತಾರೆ. ಅಲ್ಲಿ ನಿರ್ವಾಯುಸ್ಥಿತಿ ಪ್ರಾಪ್ತ
ವಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ಉರುಳೆಯ ಆಡುಬೆಣೆಯ ಮೇಲೆ ಒತ್ತು

ತ್ತಿರುವ ವಾಯುಭಾರವು ಆಡುಬೆಣೆಯನ್ನು ಕೆಳಕ್ಕೆ ಇಳಿಸುತ್ತದೆ. ತೊಲೆಯ ಇನ್ನೊಂದು ಕೊನೆಗೆ ತಗಲಿಸಿರುವ ಪಂಪಿನ ಆಡು ಬೆಣೆಯು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಏಳುತ್ತದೆ. ಗಣಿಯಿಂದ ಒಂದು ಬಕೆಟ್ ನೀರು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಪಂಪಿನ ದಂಡಕ್ಕೆ ಮತ್ತಷ್ಟು ತೂಕವನ್ನು ಹೇರುವುದರ ಮೂಲಕ ಪಂಪಿನ ಆಡುಬೆಣೆಯನ್ನು ಮತ್ತೆ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಇಳಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಚಕ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಪುನರಾವೃತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಗಣಿಯಿಂದ ನೀರು ಒಂದೊಂದು ಬಕೆಟ್ಟಿನ ಅಳತೆಯಲ್ಲಿ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಈ ಪಂಪಿನಲ್ಲಿ ಕೆಲಸದ ಬಹುಭಾಗವನ್ನು ವಾಯುಭಾರವೇ ಮಾಡುವುದರಿಂದ ಇದನ್ನು ವಾಯುಭಾರ ಯಂತ್ರವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ವಾಯುಭಾರದ ಒತ್ತಡವು ಒಂದು ಚದರಂಗುಲದ ಮೇಲೆ ೧೪.೭ ಪೌಂಡಿನಷ್ಟು ಮಾತ್ರವೇ ಇರುವುದರಿಂದ ೭೭ ಅಶ್ವಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಒದಗಿಸ ಬಲ್ಲ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಆಡುಬೆಣೆಯ ವ್ಯಾಸವು ೬ ಅಡಿಯಷ್ಟಿರ ಬೇಕು. ಈ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಇಂದಿಗೂ ದೊಡ್ಡಯಂತ್ರಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಒಂದು ಮುಖ್ಯಾಂಶವಿದೆ. ಬೇರೆ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭವಾದ ಚಲನೆಗಳನ್ನು ವಾಯುಶೂನ್ಯತೆಯು (Vacum) ಪೂರೈಸುತ್ತದೆ. ಕ್ರಮೇಣ ಈ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಮಾರ್ಪಾಡುಗಳಾದವು. ಒಂದೊಂದು ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿಯೂ ಕೈಯಿಂದ ನಲ್ಲಿಗಳನ್ನು ತಿರುಗಿಸುವ ಕೆಲಸವನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಲು, ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಯಂತ್ರದ ಬಲವನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಬಾಗಿಲು (Valves) ಗಳು ತಾವಾಗಿಯೇ ತೆರೆದು ಮುಚ್ಚುವ ಹಾಗೆ ಮಾಡಿದರು. ನ್ಯೂಕೋಮನ್ ಯಂತ್ರಗಳು ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿ ಒಂದು ಶತಮಾನ ಕೆಲಸ ಮಾಡಿವೆ. ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೭೫೧ ರಿಂದಲೂ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದ ಒಂದು ಯಂತ್ರವು ಕೆಟ್ಟುಹೋದಾಗ

ಅದನ್ನು ೧೯೧೮ ರಲ್ಲಿ ಕೆನ್ಸಿಂಗ್ಟನ್ ವಸ್ತು ಸಂಗ್ರಹಾಲಯದ
ಇಡಲಾಯಿತು.

ನ್ಯೂಕೋಮನ್ಸ್ ಆವಿಯ ಯಂತ್ರವು ತಯಾರಾಗಿ ಅ
ರಿಂದ ಆಳವಾದ ಗಣಿಗಳಿಂದ ನೀರನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆತ್ತಿ ಗಣಿ
ಕೆಲಸಗಳು ಮುಂದುವರಿದ ಮೇಲೆ ೬೦ ವರ್ಷಗಳ ಕಾ
ಯಾರೂ ಈ ಶಕ್ತಿ ಸಾಧನೆಯನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಲಿಲ್ಲ. ಕ್ರಿ. ಶ.
೧೮ ನೆಯ ಶತಮಾನದ ಪೂರ್ವಾರ್ಧದಲ್ಲಿ ಬ್ರಿಟನ್ನಿನಲ್ಲಿ ವ್ಯ
ಸಾಯವೇ ಮುಖ್ಯ ಕಸಬಾಗಿತ್ತು. ಉಣ್ಣೆಯ ಕೈಗಾರಿಕೆಯ
ಗೃಹಕೈಗಾರಿಕೆಯಾಗಿ ತೊಳಲುತ್ತಿತ್ತು. ಸಾಗಣೆ(Transport
ಗೆ ಅನುಕೂಲಗಳು ಸಾಲದೆ ವ್ಯಾಪಾರಕ್ಕೂ ಹೊಸ ಕೈಗಾರಿ
ಗಳಿಗೂ ಅಡ್ಡಿಯಾಗಿತ್ತು. ರಸ್ತೆಗಳ ಅನುಕೂಲವಿರಲಿಲ್ಲ. ಸಾ
ಗಳನ್ನು ಕಂಡವರೇ ಇಲ್ಲ. ದೋಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಹೊಳೆಗಳ ಮೇಲೂ
ಕುದುರೆಯ ಗಾಡಿಗಳಲ್ಲಿ ನೆಲದ ಮೇಲೂ ಸಾಮಾನುಗಳನ್ನು
ಸಾಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು.

ಅದೇ ಶತಮಾನದ ಉತ್ತರಾರ್ಧದಲ್ಲಿ ತಯಾರಾದ ಹತ್ತಿಯ
ಗಿರಣಿಗಳನ್ನು ನಡೆಸುವುದಕ್ಕೆ ಮತ್ತಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆ
ಆವಶ್ಯಕವಾಯಿತು. ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೭೬೪ ರಲ್ಲಿ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ
ಹಾರ್‌ಗ್ರೀವ್ಸ್ ಒಂದು ನೂಲುವ ಯಂತ್ರವನ್ನು (Spinning
Jenny) ತಯಾರುಮಾಡಿದನು. ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿಯೆ
ಹತ್ತಿಯನ್ನು ರೋಲರುಗಳ ಮೇಲೆ ಹಾಯಿಸಿ ಎಕ್ಕುವ ಯಂತ್ರ
ತಯಾರಾಯಿತು. ಈ ಯಂತ್ರಗಳಿಂದ ಬಂದ ಹತ್ತಿ (Sliver
ಸ್ವಲ್ಪ ತಿರುಚಿಕೆಯಾಗಿ, ಸ್ವಲ್ಪ ಹುರಿಯಾದ ಮೇಲೆ ನೂಲು
ಯಂತ್ರಕ್ಕೆ ಹೋಗುತ್ತಿತ್ತು. ರೇಷ್ಮೆ, ನಾರು, ಇವನ್ನು ಇನ್ನೂ
ಚೆನ್ನಾಗಿ ಹುರಿಮಾಡುವ ಹಾಗೆ ಆರ್ಕ್‌ರೈಟ್‌ನ ಯಂತ್ರ

(Water france) ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೭೬೮ ರಲ್ಲಿ ತಯಾರಾಯಿತು. ಬನ್ನ್ಸ್ ನಯವಾದ ನೂಲನ್ನು ತೆಗೆಯುವ ಹಾಗೆ ಕಾಂಪ್ಟನ್ ಮುಲೆ (Mule) ಎಂಬ ಯಂತ್ರವನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದನು. ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೭೮೫ ರಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಟ್‌ರೈಟ್ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಯಂತ್ರಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಕೆಲಸಮಾಡಬಲ್ಲ ನೆಯ್ಗೆಯ ಯಂತ್ರವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದನು.

ಈ ಗಿರಣಿಗಳ ಉಪಯೋಗದಿಂದ ಹತ್ತಿ ಮತ್ತು ಉಣ್ಣೆ ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳು ಬೆಳೆಯುವುದಕ್ಕೆ, ಅವುಗಳನ್ನು ಚಲಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಶಕ್ತಿಯ ಅಭಾವವೇ ದೊಡ್ಡ ಅನಾನುಕೂಲ ವಾಗಿತ್ತು. ಕಷ್ಟಪಟ್ಟು ಕೆಲಸಮಾಡುವ ಆಳುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಸಾಲದೆ ಹೋಯಿತು. ಇದಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿಯಾಗಿ ಯಂತ್ರ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ದೊರಕಿಸುವ ಸಾಧನೆಗಾಗಿ ದೇಶವೇ ಕಾದಿತ್ತು.

ಇತ್ತ ಕಡೆ ದೇಶಾಂತರಗಳಿಗೆ ಸಮುದ್ರಯಾನ ಮಾಡಿ ಧೈರ್ಯ ಶಾಲಿಗಳಾದ ನಾವಿಕರು ಮಸಾಲೆ ಸಾಮಾನುಗಳು, ಚಿನ್ನ, ಬೆಳ್ಳಿ, ರತ್ನ ಇವುಗಳನ್ನು ಬ್ರಿಟನ್ನಿಗೆ ತಂದರು. ಪರದೇಶಗಳಿಂದ ಕಚ್ಚಾಮಾಲುಗಳನ್ನು ಸಮುದ್ರದ ಮೇಲೆ ತರಿಸಬಹುದಾಗಿತ್ತು. ಆ ಮಾಲುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಬಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ತಯಾರು ಮಾಡಿ ಮಾರಿ ಲಾಭವನ್ನು ಸಂಪಾದಿಸಬಹುದಾಗಿತ್ತು. ಹತ್ತಿಯ ಗಿರಣಿಗಳನ್ನು ನಡೆಸುವುದಕ್ಕೆ ಅಪಾರವಾದ ಧನಸಹಾಯ ಬೇಕಿತ್ತು. ಅಲ್ಲೊಬ್ಬರು ಇಲ್ಲೊಬ್ಬರ ಕೈಯಲ್ಲಿ ತುಳಿತು ಹೋಗುವಷ್ಟು ಧನವಿದ್ದರೂ ಜನ ಸಾಮಾನ್ಯರಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲೂ ಇಲ್ಲದ ಬಡತನ ಹರಡಿತ್ತು. ಯಂತ್ರ ವಿದ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಮುಂದು ವರಿಯುತ್ತಿದ್ದ ಯೂರೋಪಿನ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳ ಮಧ್ಯೆ ತಮ್ಮ ಸಾಮಾನುಗಳ ಗಿರಾಕಿಗಳಿಗಾಗಿ ಪೈಪೋಟಿ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿ ಹೋರಾಟದಲ್ಲಿ ಪರ್ಯಾವಸಾನವಾಯಿತು. ಒಂದೊಂದು

ದೇಶವೂ ಪ್ರಬಲವಾದ ಸೇನಾಬಲವನ್ನು ನೌಕಾಬಲವನ್ನೂ ಬೆಳಸಿ ಯುದ್ಧವನ್ನಾದರೂ ಮಾಡಿ ಗಿರಾಕಿಗಳನ್ನು ಗಿಟ್ಟಿಸು ದರಲ್ಲಿ ಉದ್ಯುಕ್ತವಾಯಿತು. ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳ ಯಾಂತ್ರೀಕರಣ ಮಾತ್ರವೇ ಅಲ್ಲದೆ ಯುದ್ಧದ ಯಾಂತ್ರೀಕರಣಕ್ಕೂ ಯಂತ್ರಶ ಬೇಕಾಯಿತು. ಆಗ ಬ್ರಿಟನ್ನಿನ ಜನ ಬೇಡಿದ್ದನ್ನು ನೀಡಿದಾ ಜೇಮ್ಸ್ ವ್ಯಾಟ್ (೧೭೩೬–೧೮೧೯).

ವ್ಯಾಟ್ ಮಹಾಶಯನ ಯಂತ್ರ

ವ್ಯಾಟ್ ಗ್ಲಾಸ್ಗೋ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ಯಂತ್ರೋಪ ರಣಗಳ ನಿರ್ಮಾಣದಲ್ಲಿ ನಿರತನಾಗಿದ್ದಾಗ ಅಲ್ಲಿಗೆ ನ್ಯೂಕೊ ಮನ್ ಆವಿಯ ಯಂತ್ರವೊಂದು ರಿಪೇರಿಗೆ ಬಂತು. ಯಂತ್ರ ವೇನೋ ಸರಿಯಾಯಿತು. ಆದರೆ ಪ್ರತಿಭಾಶಾಲಿ ವ್ಯಾಟ ಆ ಯಂತ್ರವು ಒಂದು ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಒದಗಿಸಿತು. ನ್ಯೂಕೊ ಮನ್ನಿನ ಪಂಪಿನಲ್ಲಿ ಕಟಾಹದಲ್ಲಿ (Boiler) ಆವಿಯು ಸಿದ್ಧವಾ ಮತ್ತು ಖರ್ಚಾಗಿ ಅದರಲ್ಲಿ ನೀರೇ ಬತ್ತಿಹೋಗುತ್ತಿತ್ತು ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನೆಂದು ನೋಡಿದರೆ ಪಂಪಿನ ಎರಡು ಪ್ರಹಾ ಗಳಿಗೆ ನಡುವೆ ಉರುಳೆಯು ಆರಿಹೋಗುತ್ತಿತ್ತು. ಇದನ್ನು ಮತ್ತೆ ಕಾಯಿಸುವುದರೊಳಗೆ ಆವಿಯೆಲ್ಲವೂ ದ್ರವವಾಗಿ ಪಂಪಿನ ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಏನೂ ಉಳಿಯುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಉರುಳೆಯನ್ನು ಆರುವುದಕ್ಕೆ ಬಿಡದೆ ಶಾಖವಾಗಿಯೇ ಇಟ್ಟಿದ್ದರೆ ಆವಿಯು ಪೋಲಾಗುವುದು ಉಳಿಯುವುದೆಂದು ತೋರಿತು. ಆದರೆ ಇದನ್ನು ಮಾಡುವುದು ಹೇಗೆ? ಇದೇ ಯೋಚನೆಯಲ್ಲಿ ಮಗ್ನನಾದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗೆ ಪರಿಹಾರ ತೋರುವುದು ತಡವಾಗಲಿಲ್ಲ. ಉರುಳೆಯ ಹೊರಗಡೆ ಆವಿಯು ದ್ರವವಾಗುವ ಹಾಗೆ ಮಾಡಿ ಎರಡಕ್ಕೂ

ಒಂದು ನಳ್ಳಿಯಿಂದ ಏಕೆ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಬಾರದು? ಈ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಮಾಡಿ ಪರೀಕ್ಷೆ ಮಾಡಿದಾಗ ನಿರೀಕ್ಷಿತವಾದ ಫಲ ಪ್ರಾಪ್ತಿಯಾಯಿತು. ಈ ಯಂತ್ರಕ್ಕೆ ಇನ್ನೂ ಕೆಲವು ಮೇಲ್ಪಾಡುಗಳಾಗಿ ಕೊನೆಗೆ ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೭೬೯ ರಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯ ಆವಿಯ ಯಂತ್ರದ ನಿರ್ಮಾಣವಾಯಿತು. ಹಿಂದೆ ಗಣಿಗಳಿಂದ ನೀರನ್ನು ಎತ್ತು ವದಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರವೇ ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತಿದ್ದ ಆವಿಯ ಶಕ್ತಿಯು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದನೆ ಮಾಡಬಲ್ಲ ಸಾಧನೆಯಾಯಿತು. ಮುಂದಿನ ಯಂತ್ರಶಕ್ತಿಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಈ ಸಲಕರಣೆಯಿಂದ ಆದ ಉಪಯೋಗವು ಇನ್ನು ಯಾವ ಯಂತ್ರದಿಂದಲೂ ಆಗಲಿಲ್ಲವೆನ್ನಬೇಕು.

ಆವಿಯ ಯಂತ್ರದ ನಿರ್ಮಾಣವೇನೋ ಆಯಿತು. ಆದರೆ ಕಚ್ಚಾ ಸಾಮಾನುಗಳನ್ನು ಕೊಂಡುಕೊಂಡು ಜನರನ್ನು ಕೂಡಿಸಿ ಧನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ತಯಾರು ಮಾಡಿ, ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತಿರುವ ಉದ್ಯಮ ಶೀಲರಿಗೆ ಹಂಚಿ, ಅವರು ಆ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವವರೆಗೂ ನಿರ್ಮಾಣವು ಸಾರ್ಥಕ ವಾಗಲಾರದು. ಇಂಥ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ಯುದ್ಯೋದ್ಯಮದಿಂದ ಸಹಾಯ ದೊರಕಿತು.

ಅನೇಕ ವರ್ಷಗಳಿಂದಲೂ ಒಂದು ಆವಿಯ ಯಂತ್ರವನ್ನು ತಯಾರಿಸಬೇಕೆಂದು ವ್ಯಾಟ್ ಹವಣಿಸುತ್ತಿದ್ದನು. ಆದರೆ ಆವಿಯ ಒತ್ತಡವನ್ನು ತಡೆಯಬಲ್ಲ ಉರುಳೆ ದೊರಕಲಿಲ್ಲ. ಆಡು ಜಿನೆಗಳಿಗೆ ಹರಕುಬಟ್ಟೆ, ಕಾಗದ, ಏನೇನನ್ನೋ ತುರುಕಿದರೂ ಉಪಯೋಗವಾಗಲಿಲ್ಲ. ಆಗ ಫಿರಂಗಿಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸು

ವುದರಲ್ಲಿ ಉದ್ಯುಕ್ತನಾಗಿದ್ದ ವಿಲ್ಕಿನ್ಸನ್ನಿಗೆ ಹೇಳಿದನ
ಅವನಿಗೆ ಉರುಳೆಯನ್ನು ಎರಕಹೊಯ್ಯುವುದು ಸಾಧ
ವಾಗಿತ್ತು. ವ್ಯಾಟಿನ ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಬೇಕಾಗಿದ್ದ ಬೊರಿಂಗಿಯಂ
ವನ್ನು (Boring mill) ವಿಲ್ಕಿನ್ಸನ್ ತಯಾರುಮಾಡಿದ್ದನು
ಆದರೆ ಎರಕದಲ್ಲಿ ಗುಂಡಾದ ತೂತನ್ನು ಕೊರೆಯುವುದು ಕಷ
ವಾಗಿತ್ತು. ಕೊನೆಗೆ ಕೊರೆಯುವ ಆಯುಧಕ್ಕೆ ಎರಡ
ಕೊನೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಬಿಗಿಯಾದ ಅವಲಂಬನವನ್ನು ಒದಗಿ
ದಾಗ ಕತ್ತರಿಸುವ ಆಯುಧವು ಪೂರ್ಣವರ್ತುಳಾಕಾ
ವಾಗಿ ಕೊರೆಯಿತು. ಆವಿಯ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಎದುರಿಸಬ
ಮೊದಲನೆಯ ಉರುಳೆ ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೭೭೬ ರಲ್ಲಿ ತಯಾರ
ಯಿತು. ವ್ಯಾಟಿನ ಆವಿಯ ಯಂತ್ರನಿರ್ಮಾಣವಾಯಿತು
ಅಂದಿನಿಂದ ಶಕ್ತಿಯುಗ ಮೊದಲಾಯಿತು. ಅಂದಿನಿಂ
ಯಂತ್ರದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯೂ, ಶಕ್ತಿಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಯೂ ಒಟ್ಟಿ
ಸಾಗುತ್ತಿವೆ. ವ್ಯಾಟ್ ತಯಾರಿಸಿದ ಮೊದಲನೆಯ ಯಂತ್ರ
ವನ್ನು ಎರಕದ ಮನೆಯೊಳಕ್ಕೆ (Foundry) ಗಾಳಿ ನುಗ್ಗು
ವಂತೆ ಮಾಡಿ ಉರಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ಯಂತ್ರವನ್ನು
ಚಲಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ ವಿಲ್ಕಿನ್ಸನ್ ಕೊಂಡುಕೊಂಡನು. ಆ
ಯಂತ್ರವು ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾಗ ಅದರ ವಿಚಾರವಾಗಿ ವ್ಯಾಟ್
ತನ್ನ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿ ಬೌಲ್ಟನ್ನಿಗೆ ಬರೆದ ಕಾಗದದಿಂದ
ವ್ಯಾಟಿನ ಮನೋಭಾವ ಹೇಗಿತ್ತೆಂದು ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ. "ಆ
ಯಂತ್ರದ ವೇಗ, ಬಿರುಸು, ಗಾತ್ರ, ಭೀಕರಶಬ್ದ-ಇವು ನೋಡ
ವವರಿಗೆಲ್ಲಾ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕವಾದ ಸಮಾಧಾನವನ್ನು ಕೊಡ
ತ್ತಿವೆ. ನಂಬಿದರೆ ನಂಬು, ಬಿಟ್ಟರೆ ಬಿಡು. ಇದರ ಗಲಾಟೆಯು
ಈ ಅಜ್ಞರಿಗೆ ಇದರ ಶಕ್ತಿಯ ವಿಷಯವಾಗಿ ಬೃಹದ್ಭಾವನ

ಯನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಹಾಗಿದೆ. ಮನುಷ್ಯನಲ್ಲಿ ಹೇಗೋ ಯಂತ್ರವಲ್ಲಿಯೂ ಹಾಗೆ ಈ ಜನ ನಿಗರ್ವಿಯಾದ ಗುಣದಿಂದ ಆಕರ್ಷಿತರಾಗಲಾರರು-ಎಂದು ಕಾಣುತ್ತದೆ.” ಆತ ಮಹಾನುಭಾವ.

ಆಮೇಲೆ ನೂರಾರು ಆವಿಯ ಯಂತ್ರಗಳು ತಯಾರಾಗಿ ಹತ್ತಿಯ ಗಿರಣಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಹಿಟ್ಟಿನ ಗಿರಣಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಪಂಪುಗಳನ್ನು ನಡೆಸುವುದರಲ್ಲಿಯೂ ಎಲ್ಲೆಲ್ಲಿಯೂ ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದವು. ಆದರೂ ಇದರ ಎರಡು ಉಪಯೋಗಗಳು ಸಾರ್ವಜನಿಕ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಮುಖ್ಯವಾದುವು. ಒಂದು ರೈಲುಗಾಡಿ, ಇನ್ನೊಂದು ಆವಿಯ ಹಡಗು.

ರೈಲ್ವೆಯಂತ್ರ—ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೭೬೯ ರಲ್ಲಿ ಗಂಟೆಗೆ ಮೂರು ಮೈಲಿ ಹೋಗುವ ಲೋಕೋಯಂತ್ರವನ್ನು ಫ್ರಾನ್ಸಿನ ಕ್ಯೂನೊ (Cugnot) ನಿರ್ಮಾಣಮಾಡಿದನು. ತರುವಾಯ ೧೮೦೧ ರಲ್ಲಿ ಟ್ರಿವೆತಿಕ್ ಗಂಟೆಗೆ ಹನ್ನೆರಡು ಮೈಲಿಯ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಮೊದಲ ಸಾರಿ ರೈಲು ಗಾಡಿಯಲ್ಲಿ ಜನರನ್ನು ಕರೆದುಕೊಂಡು ಹೋದನು ೧೮೧೪ ರಲ್ಲಿ ಜಾರ್ಜ್ ಸ್ಟೀವೆನ್ಸನ್ ಗಣಿಗಳಿಂದ ಕಲ್ಲಿದ್ದಿಲನ್ನು ಸಾಗಿಸುವಷ್ಟು ಬಲವಾದ ರೈಲ್ವೆ ಯಂತ್ರವನ್ನು ಕಟ್ಟಿದನು. ಈತನೇ ೧೮೨೫ ರಲ್ಲಿ ಗಂಟೆಗೆ ಇಪ್ಪತ್ತು ಟನ್ ಭಾರವನ್ನು ಹೊತ್ತು ಮೂವತ್ತು ಮೈಲಿ ಓಡಬಲ್ಲ ರೈಲ್ವೆ ಯಂತ್ರವನ್ನು ತಯಾರು ಮಾಡಿದನು. ಅಲ್ಲಿಯವರೆಗೂ ಇದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಓಡುವ ವಾಹನವನ್ನು ಪ್ರಪಂಚದ ಬೇರೆ ಯಾವ ಭಾಗದಲ್ಲಿಯೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿರಲಿಲ್ಲ.

ಆವಿಯ ಜಹಜು: ಸಮುದ್ರಯಾನದಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ರಗತಿಯು ಮೊದಲು ನಿಧಾನವಾಗಿದ್ದರೂ ಆ ಮೇಲೆ ಚುರುಕಾ

ಯಿತು. ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೫೪೩ ರಲ್ಲಿಯೇ ಬಾರ್ಸಿಲೋನದ ಬ್ಲಾಸ್ಕೊ ಆವಿಯ ಬಲದಿಂದ ಚಕ್ರಗಳನ್ನು ತಿರುಗಿಸಿ "ಟ್ರಿನಿಡಾಡ್" ನಾವೆಯನ್ನು ಗಂಟೆಗೆ ಮೂರು ಮೈಲಿ ವೇಗದಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿದ್ದನು. ಅನಂತರ ಸುಮಾರು ಎರಡೂವರೆ ಶತಮಾನಗಳವರೆಗೂ ಏನೂ ಆಗಲಿಲ್ಲ. ೧೭೮೩ ರಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೋವ್ಯಾಕ್ ನಾವೆಯನ್ನು ರ್ಯಾವ್ಸ್ಸ ಗಂಟೆಗೆ ನಾಲ್ಕು ಮೈಲಿಯ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಬಿಟ್ಟನು.

ಮೊದಲು ಆವಿಯಿಂದ ದೋಣಿ ನಡೆಸಲು ಸಾಧ್ಯವೆಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿದಾತ ಸ್ಕಾಟ್ಲೆಂಡಿನ ಹೆನ್ರಿಬೆಲ್. "ಈ ಯಂತ್ರವನ್ನು ಬೆಳಸಿ, ತಡಮಾಡಿದರೆ ಬೇರೆ ದೇಶದವರು ಆ ಕೆಲಸವನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಾರೆ" ಎಂದು ಸೆಲ್ಸನ್ ತನ್ನ ದೇಶಕ್ಕೆ ಮುನ್ನೆಚ್ಚರಿಕೆಯನ್ನು ಕೊಟ್ಟರೂ ಆತನ ಮಾತು ನಡೆಯಲಿಲ್ಲ. ಅಮೇರಿಕದ ರಾಬರ್ಟ್‌ಫುಲ್ಟನ್, ವ್ಯಾಟ್ ತಯಾರಿಸಿದ ಆವಿಯಯಂತ್ರವೊಂದನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ೧೮೦೭ ರಲ್ಲಿ "ಕ್ಲೆರ್ಮಂಟ್" ಎಂಬ ನಾವೆಯನ್ನು ನಡೆಸಿದನು. ಆಗ ಎಚ್ಚೆತ್ತ ಬ್ರಿಟನ್ನಿನಲ್ಲಿ ಹೆನ್ರಿಬೆಲ್ ತಯಾರಿಸಿದ ಕಾಮೆಟ್ ಆರು ವರ್ಷಗಳ ಮೇಲೆ ಸಮುದ್ರಯಾನ ಮಾಡಿತು. ಅಟ್ಲಾಂಟಿಕ್ ಸಾಗರವನ್ನು ೧೮೧೮ ರಲ್ಲಿ ಸ್ಯಾವನ್ನ ಹಡಗಿನಲ್ಲಿ ದಾಟಿದ್ದು ಆವಿಯ ನಾವೆಯ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಹೆಗ್ಗುರುತು. ಆ ಮೇಲೆ ಈ ಯಂತ್ರಗಳ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಮೇಲ್ಪಾಡುಗಳ ಮೇಲೆ ಮೇಲ್ಪಾಡುಗಳು ಬಂದವು.

ಆವಿಯ ನೀರ್ಗಾಲಿ

ಬೀಳುವ ನೀರಿನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಆಧುನಿಕ ನೀರ್ಗಾಲಿ (Turbine) ಗಳ ಪಾತ್ರವನ್ನು ನೋಡಿದ್ದೇವೆ. ಆವಿಯ ಶಕ್ತಿಯ ಉಪಯೋಗದಲ್ಲಿ ನೀರ್ಗಾ

ಲಿಯ ತತ್ತ್ವವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ದಕ್ಷತೆಯಿಂದ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವ ಆವಿಯ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯ ನೀರ್ಗಾಲಿಯನ್ನು ಕಟ್ಟಿದಾತ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಚಾರ್ಲ್ಸ್ ಪಾರ್ಸನ್ಸ್ (೧೮೫೪-೧೯೩೧). ಆವಿಯ ಬಲವನ್ನು ಯಂತ್ರಗಳ ಮೂಲಕ ಬಳಸುವುದರಲ್ಲಿ ಹಿಂದೆ ವ್ಯಾಟ್ ಮಾಡಿದ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಕವಾದ ಕೆಲಸ ಎಷ್ಟು ಮೂಲಭೂತವೂ ಪ್ರಯೋಜನಕಾರಿಯೂ ಆಗಿದೆಯೋ, ಅಷ್ಟೇ ಅಮೂಲ್ಯವಾದ ಕೆಲಸವು ಪಾರ್ಸನ್ಸ್‌ನಿಂದ ನಡೆದಿದೆ. ದೊಡ್ಡ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಯಂತ್ರಬಲವನ್ನು ಚಿಕ್ಕಗಾತ್ರದ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಬಹು ಕಡಿಮೆ ಆವಿಯ ವೆಚ್ಚದಲ್ಲಿ ಒದಗಿಸುವ ಈ ಆವಿಯ ನೀರ್ಗಾಲಿಯು ಬರದೆ ಹೋಗಿದ್ದರೆ ಇಂದು ಮಹಾಸಾಗರಗಳ ಮೇಲೆ ಲೀಲಾಜಾಲವಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ಓಡುವ ಜಹಜುಗಳಾಗಲಿ ಜಲಪಾತಗಳ ಅವಲಂಬನೆಯಿಲ್ಲದೆ ನಡೆಯುವ ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದಕ ಯಂತ್ರಗಳಾಗಲಿ ಬರಲು ಸಾಧ್ಯವೇ ಇರಲಿಲ್ಲ.

ಆವಿಯು ಹಿಗ್ಗುವುದರಿಂದ ಬರುವ ಒತ್ತಡ ರೈಲ್ವೆಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಅಡುಬೆಣೆಯನ್ನು ಈ ಕಡೆಯಿಂದ ಆಕಡೆಗೂ ಮತ್ತೆ ಆ ಕಡೆಯಿಂದ ಈ ಕಡೆಗೂ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುವುದು. ನೀರ್ಗಾಲಿಯಲ್ಲಿ ಅಡುಬೆಣೆಯೇ ಇಲ್ಲ. ಅದರಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡುವುದು ಆವಿಯ ಧಾರೆಯ (Jet) ಶಕ್ತಿ. ನೀರಿನ ನೀರ್ಗಾಲಿಗಳಲ್ಲಿರುವಂತೆಯೇ ಆವಿಯ ನೀರ್ಗಾಲಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಎರಡು ನಮೂನೆಗಳಿವೆ. ಗಾಲಿಯ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿರುವ ಅಲಗುಗಳ ಮೇಲೆ ಆವಿಯ ಧಾರೆಯು ಬಿಟ್ಟು ಬಿಟ್ಟು ಬಡಿದು, ಆ ಮೂಲಕ ಗಾಲಿಯನ್ನು ತಿರಿಗಿಸಿದಾಗ ಆ ವೇಗದ ನೀರ್ಗಾಲಿಯಾಗುತ್ತದೆ (Impulse Turbine). ಚಕ್ರದ ದಿಕ್ಸೂಚಿಗಳ ಮಾರ್ಗವಾಗಿ

ಕಂಡಿಗಳ ಮೂಲಕ ಹೊರಕ್ಕೆ ಹೋಗುವ ರಭಸದ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಯಿಂದ ಚಕ್ರವು ತಿರುಗಿದರೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯ ನೀರ್ಗಾಲಿ (Reaction Turbine) ಆಗುತ್ತದೆ. ಈಗ್ಗೆ ಇಪ್ಪತ್ತು ಶತಮಾನ ಗಳಿಗೂ ಮುಂಚೆ ಅಲೆಕ್ಸಾಂಡ್ರಿಯದ ಹೀರೊ ಮಾಡಿದ್ದು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯ ನಮೂನೆಯ ನೀರ್ಗಾಲಿ. ಆ ಮೇಲೆ ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೮೮೪ ರಲ್ಲಿ ಪಾರ್ಸನ್ಸ್ ಮಾಡಿದ್ದೂ ಇದೇ ನಮೂನೆಯ ನೀರ್ಗಾಲಿ.

ಪಾರ್ಸನ್ಸ್ ಆವಿಯ ನೀರ್ಗಾಲಿ—ಪಾರ್ಸನ್ಸ್ ನಿರ್ಮಿ ಸಿದ ಆವಿಯ ನೀರ್ಗಾಲಿಯಲ್ಲಿ ಆವಿಯ ವೇಗವನ್ನೆಲ್ಲಾ ಒಂದೇ ಚಕ್ರದ ಮೇಲೆ ವೆಚ್ಚಮಾಡುವುದರ ಬದಲು ಒಂದೇ ಅಚ್ಚಿನ ಮೇಲೆ ಅನೇಕ ಚಕ್ರಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಿ ಎಲ್ಲ ಚಕ್ರಗಳನ್ನೂ ಒಂದು ಉರುಳೆ (Cylinder) ಯಿಂದ ಮುಚ್ಚಿದೆ. ಉರುಳೆಯ ಒಂದು ಕೊನೆಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದರವರೆಗೂ ಒಂದೇ ಆವಿಯ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದೆ. ಅಚ್ಚಿನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುವ ಅಲಗುಗಳು ಅಥವಾ ದಿಕ್ಸೂಚಿಗಳೇ (Vanes) ಒಂದು ಆವ ರ್ತಕ. (Rotor) ಇವುಗಳಿಗೆ ಎದುರಾಗಿ ಆವಿಯ ಧಾರೆಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟಾಗ ಆವರ್ತಕವು ಅತಿ ವೇಗದಿಂದ ಸುತ್ತುತ್ತದೆ. ಹೊರಗಿನ ಎರಕದ ಕಬ್ಬಿಣದ ಉರುಳೆಯನ್ನು ಎರಡು ಭಾಗಗಳಾಗಿ ಮಾಡಿ ಮೊಳೆಗಳಿಂದ (Bolts) ಸೇರಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಒಳ ಗಿನ ಆವರ್ತಕಕ್ಕೂ ಹೊರಗಿನ ಆವರಣಕ್ಕೂ ನಡುವೆ ಇರುವ ಉಂಗುರದ ಆಕಾರದ ಜಾಗದಲ್ಲಿ ತುಕ್ಕು ಹಿಡಿಯದ ಉಕ್ಕಿ ನಿಂದ ಮಾಡಿದ ಅನೇಕಾನೇಕ ಅಲಗುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಅಲಗು ಗಳನ್ನು ಗುಂಡಾದ ಸಾಲುಗಳಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಒಂದು, ಮೂರು, ಐದು, ಇತ್ಯಾದಿ ಸಾಲುಗಳನ್ನು ಆವರ್ತಕಕ್ಕೂ

ಎರಡು, ನಾಲ್ಕು, ಆರು, ಈ ಸಾಲುಗಳನ್ನು ಆವರಣಕ್ಕೂ ತಗಲಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಆಗ ಉರುಳೆಯಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ ಒಳಗೆ ಬರುವ ಆವಿಯು ಕಡಿಮೆ ಒತ್ತಡದ ಕೊನೆಗೆ ಬರುವಾಗ ಒಂದು ಸಾರಿ ಭದ್ರವಾದ ಆವರಣಕ್ಕೆ ತಗಲಿಸಿದ ಅಲಗುಗಳನ್ನೂ, ಇನ್ನೊಂದು ಸಾರಿ ತಿರುಗುವ ಆವರ್ತಕಕ್ಕೆ ತಗಲಿಸಿದ ಅಲಗುಗಳನ್ನೂ ಸಂಧಿಸುತ್ತದೆ. ಭದ್ರವಾದ ಅಲಗುಗಳು ಆವಿಯ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ತಿದ್ದಿ ಸುತ್ತುವ ಅಲಗುಗಳ ಕಡೆಗೆ ಬಿಡುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಆವಿಯು ಎಲ್ಲಾ ಚಕ್ರಗಳ ಮೇಲೂ ಹರಿದು ಕೊನೆಗೆ ದ್ರವವಾಗುತ್ತದೆ.

ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೮೮೪ ರಲ್ಲಿ ಪಾರ್ಸನ್ಸ್ ತಯಾರಿಸಿದ ನೀರ್ಗಾಲಿಯು ಒಂದು ನಿಮಿಷಕ್ಕೆ ೧೮,೦೦೦ ಸಾರಿ ಅಚ್ಚಿನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತಿತ್ತು.

ಡಿ ಲಾವಲ್ ಆವಿಯ ನೀರ್ಗಾಲಿ

ಆವಿಯು ಚಿಕ್ಕಮೂತಿಯ (Nozzle) ಮೂಲಕ ವಿಸ್ತರಿಸಿದಾಗ ಅದರ ವೇಗವು ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಅದರ ಒತ್ತಡವು ಅದಕ್ಕೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ತತ್ತ್ವವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಸ್ವೀಡನ್ನಿನ ಯಂತ್ರಶಿಲ್ಪಿ ‘ಡಿ ಲಾವಲ್’ (De Laval) ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೮೮೯ ರಲ್ಲಿ ಒಂದು ನೀರ್ಗಾಲಿಯನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದನು. ಒಂದು ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತ ತಿರುಗುವ ಗಾಲಿಯ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಸಣ್ಣ ದಿಕ್ಸೂಚಿ (Vane) ಗಳನ್ನು ಕತ್ತರಿಸಿ, ಅವುಗಳಿಗೆ ಎದುರಾಗಿ ಮೂತಿಗಳಿಂದ ಆವಿಯ ಧಾರೆಗಳನ್ನು ಬಿಡುತ್ತಾರೆ. ಮೂತಿಗಳೂ ಗಾಲಿಯ ಕಡೆಗೆ ಬರುತ್ತಾ ಅಗಲವಾಗುತ್ತವೆ. ಇಂಥ ನೀರ್ಗಾಲಿಯ ಮೂತಿಗಳ ಸಣ್ಣ ಕಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಆವಿಯು ಚದರಂಗುಲಕ್ಕೆ ೨೦೦ ಪೌಂಡು ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ

ನುಗ್ಗಿದರೆ ದೊಡ್ಡ ಕಣ್ಣಿನ ಬಳಿಗೆ ಬರುವ ವೇಳೆಗೆ ಅದರ ವೇಗವು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೪೨೦೦ ಅಡಿಗಳಷ್ಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಆವಿಯು ಚಕ್ರದ ದಿಕ್ಸೂಚಿಗಳನ್ನು ಒಡೆದಾಗ ಚಕ್ರವು ಒಂದು ನಿಮಿಷಕ್ಕೆ ೩೦,೦೦೦ ಸಾರಿ ಸುತ್ತುತ್ತದೆ. ಈ ವೇಗವನ್ನು ಹಲ್ಲುಗಳಿರುವ ಚಕ್ರಗಳ ಮೂಲಕ ಎಷ್ಟಕ್ಕೆ ಬೇಕೋ ಅಷ್ಟಕ್ಕೆ ತಗ್ಗಿಸಬಹುದು.

ಡಿ ಲಾವಲ್ ಗಾಲಿಯ ವೇಗವು ಪಾರ್ಸನ್ಸ್ ಗಾಲಿಯ ವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು.

ಕರ್ಟಿಸ್ ಆವಿಯ ನೀರ್ಗಾಲಿ

ಪಾರ್ಸನ್ಸ್ ನೀರ್ಗಾಲಿ ಮತ್ತು ಡಿ ಲಾವಲ್ ನೀರ್ಗಾಲಿ— ಎರಡು ನಮೂನೆಗಳ ಮುಖ್ಯಾಂಶಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿ ಅಮೇರಿಕದ 'ಕರ್ಟಿಸ್' ಮೂರನೆಯ ನಮೂನೆಯೊಂದನ್ನು ತಯಾರು ಮಾಡಿದನು. ಇದರಲ್ಲಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾದ ಅಂಕಣಗಳಲ್ಲಿ ತಿರುಗುವ ಹತ್ತು ಹನ್ನೆರಡು ಡಿ ಲಾವಲ್ ಚಕ್ರಗಳಿವೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಚಕ್ರದಲ್ಲಿಯೂ ಬೇರೆಬೇರೆ ಆವಿಯ ಮೂತಿಗಳಿವೆ. ಮೊದಲನೆಯ ಚಕ್ರಕ್ಕೆ ಬಡಿದ ಮೇಲೆ ಆವಿಯು ಹೊರಕ್ಕೆ ಹೋಗುವುದರ ಬದಲು ಬೇರೆ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕೂಡಿದ್ದು ಎರಡನೆಯ ಚಕ್ರದ ಮೂತಿಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿಂದ ಹೊರಡುವ ಆವಿಯನ್ನು ಕೂಡಿಹಾಕಿ ಮೂರನೆಯ ಚಕ್ರದ ಕಡೆಗೆ ಬಿಡುತ್ತಾರೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಹತ್ತು ಹನ್ನೆರಡು ಚಕ್ರಗಳನ್ನು ಸುತ್ತಿ ಆವಿಯು ಹೊರಗೆ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಕಂಡ ಹಾಗೆಯೇ ಈ ನಮೂನೆಯಲ್ಲಿ ದಕ್ಷತೆ ಹೆಚ್ಚು.

ಆವಿಯ ನೀರ್ಗಾಲಿಗಳನ್ನು ವೇಗವಾಗಿ ಸಮುದ್ರದ

ಮೇಲೆ ಹೋಗುವ ಜಹಜುಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. 'ಮಾರಿಟೇನಿಯ' ಎಂಬ ಹಡಗಿನಲ್ಲಿ ಪಾರ್ಸನ್ಸ್ ನೀರ್ಗಾಲಿಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಅದರಲ್ಲಿ ೧೫ ಲಕ್ಷ ದಿಕ್ಸೂಚಿಗಳಿವೆ. ಒಂದು ಉರುಳೆಯ ತೂಕ ೧೩೦ ಟನ್, ವ್ಯಾಸ ೧೧ ಅಡಿ ೮ ಅಂಗುಲ.

ಆವಿಯ ನೀರ್ಗಾಲಿಗಳನ್ನು ಜಲಪಾತಗಳಿಲ್ಲದೆ ಇರುವ ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಉತ್ಪಾದನೆ ಮಾಡುವುದಕ್ಕೆ ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

೪. ಕಾಂತಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ

ಜಲಪಾತಗಳಲ್ಲಿ ಬೀಳುವಾಗ ಅಥವಾ ಆವಿಯಾಗಿ ವಿಸ್ತರಿಸಿದಾಗ ಬರುವ ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅದೇ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅಚ್ಚಿನ ಸುತ್ತ ಭ್ರಮಣೆ ಮಾಡುವ ಚಕ್ರದಲ್ಲಿ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸಿದ್ದಲ್ಲಿಯೇ ಜಲಶಕ್ತಿಯ ಕತೆಯು ಮುಗಿಯುವ ಹಾಗಿದ್ದಿದ್ದರೆ ಅದರಲ್ಲಿ ಅಷ್ಟು ಸ್ವಾರಸ್ಯವಿರುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಶಕ್ತಿನಿತ್ಯತ್ವವು ಪ್ರತಿಪಾದನೆಯಾದ ಕಾಲಕ್ಕೇ ಒಂದು ಪ್ರಭೇದವನ್ನು ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೆ ಪರಿವರ್ತಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿತ್ತು. ಈ ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಊರಿಂದ ಊರಿಗೆ ಸಾಗಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಎಲ್ಲಿಂದ ಎಲ್ಲಿಗೆ ಬೇಕಾದರೂ ಸಾಗಿಸಬಹುದಾದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಚಲನಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಿದಾಗ ಜಲಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಭಾವವು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪ್ರಕಟವಾಯಿತು. ಈಗ ಚಲನಶಕ್ತಿ, ಕಾಂತಶಕ್ತಿ, ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಈ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಒಂದರಿಂದ ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೆ ಹೇಗೆ ಬದಲಾಯಿಸಿದವೆಂದು ನೋಡಬಹುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ ಕಾಂತಶಕ್ತಿ, ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ, ಈ ಶಕ್ತಿರೂಪಗಳ ಸ್ವಭಾವವನ್ನು ಕೊಂಚ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕು

ಕಾಂತಶಕ್ತಿ : ಎಷ್ಟೋ ಶತಮಾನಗಳ ಹಿಂದೆ ಪ್ರಾಚೀನ ಚೀನರಿಗೆ ಕಾಂತಶಕ್ತಿಯ ಪರಿಚಯವಿತ್ತು. ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿ ದೊರ ಕುವ ಕೆಲವು ಕಲ್ಲುಗಳಿಗೆ ಈ ಶಕ್ತಿಯಿರುವುದನ್ನು ತಿಳಿದು, ಅವು ಗಳನ್ನು ದಾರದಿಂದ ತಗಲು ಹಾಕಿ, ಒಂದು ಬಗೆಯ ಉತ್ತರ ಮುಖಿಯನ್ನು ರಚಿಸಿ, ಅದನ್ನು ಸಮುದ್ರದ ಮೇಲೆ ದೋಣಿ ಗಳನ್ನು ನಡೆಸುವಾಗ ದಿಕ್ಕನ್ನು ತಿಳಿಯುವುದಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಅದನ್ನು ದಾರಿ ತೋರಿಸುವ ಕಲ್ಲು (Lode Stone) ಎಂದು ಕರೆದರು.

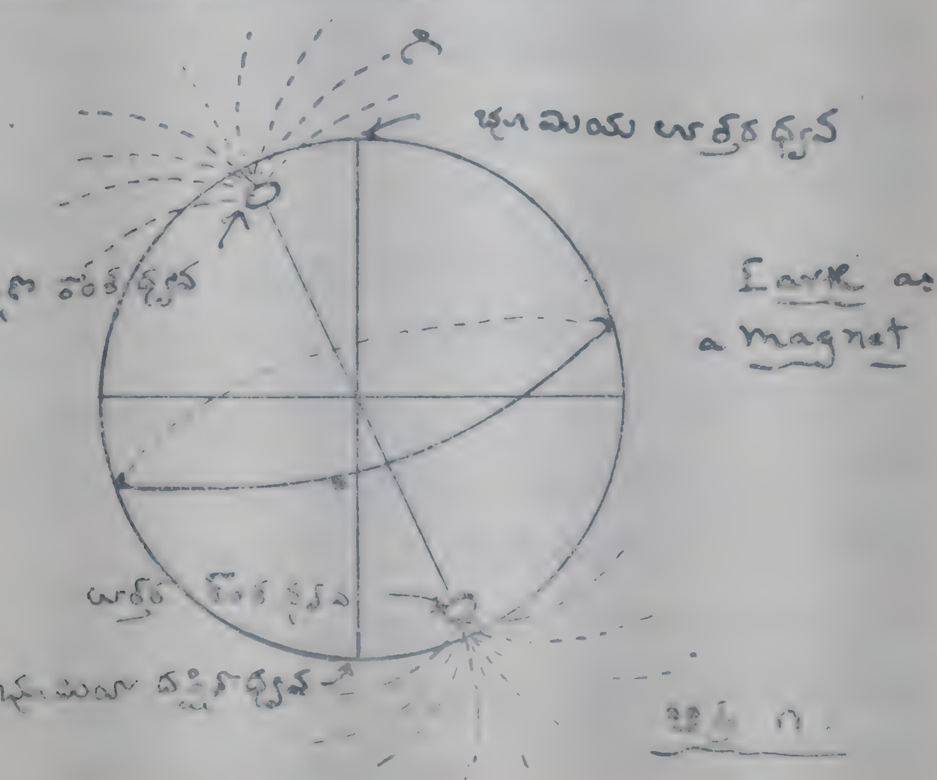
ಆ ಮೇಲೆ ಕ್ರೀಟ್ ದ್ವೀಪದಲ್ಲಿ ಯವನ (Greek) ಕುಲದ ಮ್ಯಾಗ್ನೆಸ್ ಎಂಬ ಕುರುಬನು ನೆಲದಿಂದ ಅಗೆದು ತೆಗೆದ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಕಲ್ಲು ಕಬ್ಬಿಣವನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವುದೆಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು.

ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೩ ನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಪೆರಿಗ್ರಿನಸ್ ಎಂಬ ಯುದ್ಧಶಿಲ್ಪಿಯು ಕಾಂತಧ್ರುವ (magnetic poles) ಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಕೆಲವು ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದನು. ಈತನೇ ಈ ಶಕ್ತಿಗೆ ಮ್ಯಾಗ್ನೆಟಿಸ್ಮ್ ಎಂದು ಹೆಸರಿಟ್ಟವನು. ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೬೦೦ ರಲ್ಲಿ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಗಿಲ್ಬರ್ಟ್ ಕೆಲವು ಪರಿ ಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ ಆ ವಿಚಾರವಾಗಿ ಒಂದು ಗ್ರಂಥವನ್ನು ಬರೆದನು.

ಎರಡು ಸೂಜಿಕಲ್ಲುಗಳನ್ನು ತೂಗುಹಾಕಿ ಒಂದರ ಉತ್ತರ ಧ್ರುವವನ್ನು ಇನ್ನೊಂದರ ಉತ್ತರಧ್ರುವದ ಬಳಿಗೆ ಒಯ್ದರೆ ಅದು ತಿರುಗಿಕೊಂಡು ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಅದನ್ನೇ ಇನ್ನೊಂದರ ದಕ್ಷಿಣಧ್ರುವದ ಬಳಿಗೆ ಒಯ್ದರೆ ಒಲಿದು ಹತ್ತಿರಕ್ಕೆ ಬರು ತ್ತದೆ. ಎರಡು ಸೂಜಿಕಲ್ಲಿನ ಧ್ರುವಗಳಿಗೆ ಮಧ್ಯೆ ಇರುವ

ಕಾಂತಶಕ್ತಿಯು ನ್ಯೂಟನ್ನಿನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ನಿಯಮದ ಹಾಗೆ ಕುಲೂಂಬಿನ ಅಯಸ್ಕಾಂತಾಕರ್ಷಣ ನಿಯಮದಂತೆ ಧ್ರುವಗಳ ಕಾಂತಶಕ್ತಿಗಳ ಲಬ್ಧಕ್ಕೆ ನೇರವಾಗಿಯೂ ಅವುಗಳಿಗಿರುವ ಅಂತರದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ವಿಪರೀತವಾಗಿಯೂ ಅನುಸಾರವಾಗಿದೆ $F = K. \frac{M.M^1}{R^2}$.

ಕಾಂತಧ್ರುವವನ್ನು ಒಂದುಕಡೆ ಇಟ್ಟಾಗ ಅದರ ಮೇಲೆ ಕಾಂತಬಲದ ಅನುಭವವಾದರೆ ಅಲ್ಲಿ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವಿದೆಯೆನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ತಗಲು ಹಾಕಿದ ಸೂಜಿಗಲ್ಲಿನ ಉತ್ತರಧ್ರುವವು ಉತ್ತರಕ್ಕೇ ತಿರುಗುವುದರಿಂದ ಭೂಮಿಯೇ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಸೂಜಿಗಲ್ಲೆಂದೂ ಅದರ ಉತ್ತರಧ್ರುವದ ಬಳಿ ದಕ್ಷಿಣ ಕಾಂತಧ್ರುವವು ಇರಬೇಕೆಂದೂ ತಿಳಿದಹಾಗಾಯಿತು. ಹಾಗೆಯೇ ಭೂಗೋಳದ ದಕ್ಷಿಣ ಧ್ರುವದ ಬಳಿ ಉತ್ತರಕಾಂತ



ಚಿತ್ರ ೧

ಧ್ರುವವಿರಬೇಕು. ಆದರೆ ಉತ್ತರ ಮುಖಿಯು ತೋರಿಸು
ಉತ್ತರಕ್ಕೂ ಭೂಮಿಯ ಉತ್ತರ ಧ್ರುವಕ್ಕೂ ಕೊಂ
ಅಂತರವಿದೆ. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಂಡಹಾಗೆ ಕಾಂತ ಧ್ರುವಗ
ಭೂಗೋಳದ ಧ್ರುವಗಳ ಮೇಲೆಯೇ ಇಲ್ಲ.

ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಿದ ಉತ್ತರ ಕಾಂತಧ್ರುವವನ್ನು ಕೃತಕವಾ
ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟು ತಿರುಗುವ ಹಾಗೆ ಮಾಡಿದರೆ, ಅದ
ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವು ಯಾವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿದೆಯೋ ಆ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ತಿರುಗ
ತ್ತದೆ. ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕಡೆಯೂ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ
ದಿಕ್ಕನ್ನು ಸೂಚಿಸುವಹಾಗೆ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಎಳೆದರೆ ಅವಕ್ಕೆ ತ್ರಾಣ
ರೇಖೆಗಳು (Lines of force) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಒಂದು ತ್ರಾಣ
ರೇಖೆಯು ಉತ್ತರ ಕಾಂತಧ್ರುವ (magnetic north pole
ದಿಂದ ಹೊರಟು ದಕ್ಷಿಣಕಾಂತಧ್ರುವವನ್ನು ಮುಟ್ಟುತ್ತದೆ
ಎರಡು ತ್ರಾಣರೇಖೆಗಳು ಒಂದನ್ನೊಂದು ಸಂಧಿಸುವುದಿಲ್ಲ
ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ (magnetic field) ಸ್ವತಂತ್ರವಾದ ಉತ್ತ
ಕಾಂತಧ್ರುವವನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ ಅದು ಕಾಂತರೇಖೆಯ ಮೇ
ಚಲಿಸುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ : ರಾಳ (Amber)ವನ್ನು ರೇಷ್ಮೆಬಟ್ಟೆಯಿಂ
ಉಜ್ಜಿದರೆ ಅದು ಹಗುರವಾದ ಹುಲ್ಲಿನ ಚೂರಿನಂಥ ಪದಾರ್ಥ
ಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಬಲ್ಲದೆಂದು ಗ್ರೀಸಿನ ಸಪ್ತಪಂಡಿತರಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬ
ನಾದ ಮಿಲೆಟಸ್ಸಿನ ಥಾಲಿಸ್ (ಕ್ರಿ.ಪೂ. ೬೨೪-೫೪೭) ಈಗ
ಎರಡೂವರೆ ಸಾವಿರ ವರ್ಷಗಳಿಗೂ ಹಿಂದೆ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದನು
ಈ ಸೂಕ್ಷ್ಮಮತಿಗಳಾದ ಯವನರು ಬೆಳೆಸಿದ ವಿಜ್ಞಾನವೂ
ಅವರ ಬಲದಿಂದ ದಕ್ಷರಾದ ರೋಮನರು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಮಾಡಿದ
ಯಂತ್ರಶಿಲ್ಪವೂ, ಒಂದೇ ಸಮವಾಗಿ ಯೂರೋಪಿನಲ್ಲಿ ಬೆ

ಎನ್ನರೆ ಯಂತ್ರಶಿಲ್ಪದ ಚರಿತ್ರೆಯೇ ಬದಲಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಆಗ ಕಲಿತ ಪಾಠವೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಮರೆತು ಹತ್ತು ಶತಮಾನಗಳನಂತರ ಪ್ರಯಾಸದಿಂದ ಅದೇ ಜನ ಪ್ರಾರಂಭಿಸುವ ಹಾಗಾಯಿತು. ಕಾಂತಶಕ್ತಿಯ ಸ್ವಭಾವವನ್ನು ಕುರಿತು ಗ್ರಂಥವನ್ನು ಬರೆದ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಗಿಲ್ಬರ್ಟ್ (೧೫೪೦-೧೬೦೩) ಹೀಗೆ ಹಗುರವಾದ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಶಕ್ತಿಯು ಇನ್ನೂ ಕೆಲವು ಪದಾರ್ಥಗಳಿಗೆ ಇದೆಯೆಂದು ಕಂಡು ಹಿಡಿದನು. ಗಂಧಕರಬ್ಬರನ್ನು (Vulcanite) ಉಣ್ಣೆಯಿಂದ ಉಜ್ಜಿದರೂ, ಗಾಜಿನ ಕೊಳವೆಯನ್ನು ರೇಷ್ಮೆಯ ಬಟ್ಟೆಯಿಂದ ಉಜ್ಜಿದರೂ ಕಾಗದದ ಸಣ್ಣ ಚೂರುಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವುವೆಂದು ತೋರಿಸಿದನು. ಮೊದಲು ರಾಳ ಅಥವಾ ಕರಾಬಾಮಣಿ (Amber) ಯಲ್ಲಿ ಈ ಗುಣವು ಕಂಡುಬಂದದ್ದರಿಂದ ಈ ಗುಣಕ್ಕೆ ಎಲಿಕ್ಟ್ರಿಸಿಟಿ ಎಂದು ಹೆಸರಿಟ್ಟನು. ಗ್ರೀಕ್ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಕರಾಬಾಮಣಿಗೆ (Amber) ಎಲೆಕ್ಟ್ರನ್ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಉಣ್ಣೆಯಿಂದ ಉಜ್ಜಿದ ಗಂಧಕರಬ್ಬರಿನ ದಂಡ (Rod) ವೊಂದನ್ನು ರೇಷ್ಮೆದಾರದಿಂದ ತೂಗುಹಾಕೋಣ. ಅದರ ಬಳಿಗೆ ಮತ್ತೊಂದು ಹಾಗೆಯೆ ಉಜ್ಜಿದ ಇನ್ನೊಂದು ಗಂಧಕರಬ್ಬರಿನ ದಂಡವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗೋಣ. ಆಗ ಮೊದಲನೆಯ ದಂಡವು ಮುನಿಸಿಕೊಂಡು ಅತ್ತ ತಿರುಗುತ್ತದೆ. ಬದಲಾಗಿ ರೇಷ್ಮೆಯಿಂದ ಉಜ್ಜಿದ ಗಾಜಿನ ದಂಡವನ್ನು ಒಯ್ದರೆ ಇತ್ತ ಸರಿಯುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಎರಡು ಬಗೆಯ ವಿದ್ಯುತ್ತುಗಳಿದ್ದಂತಾಯಿತು. ಹಿಂದೆ ಕಾಂತಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಎರಡು ಬಗೆಗಳಿವೆಯೆಂದು ಕಂಡಿದ್ದೇವೆ. ಅವರೆ ಅನೇಕರೂ

ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ಶಕ್ತಿಪ್ರಭೇದಗಳಲ್ಲ. ಎರಡರಲ್ಲಿಯೂ ಎರ
ಬಗೆಗಳಿವೆ ಅಷ್ಟೇ. ಕಾಂತಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಉತ್ತರ ದಕ್ಷಿಣ ಧ್ರು
ಗಳೆಂದು ಕರೆದರೆ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಧನ (Positive) ಋ
(negative) ವಿದ್ಯುತ್ತುಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಗಂ
ರಬ್ಬರನ್ನು ಉಣ್ಣೆಯಿಂದ ಉಜ್ಜಿದಾಗ ಗಂಧಕರಬ್ಬರಿ
ಕಾಣುವ ಬಗೆಯನ್ನು ಋಣವಿದ್ಯುತ್ತೆಂದೂ ಉಜ್ಜಿದ ಉ
ಯಲ್ಲಿಯೇ ಕಾಣುವ ಬಗೆಯನ್ನು ಧನವಿದ್ಯುತ್ತೆಂದೂ ವಾ
ಯಾಗಿ ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಗಾಜಿನ ದಂಡವನ್ನು ರೇಷ್ಮೆಯಿ
ಉಜ್ಜಿದಾಗ ಗಾಜಿನಲ್ಲಿ ಧನವಿದ್ಯುತ್ತೂ ಉಜ್ಜಿದ ರೇಷ್ಮೆಯ
ಋಣವಿದ್ಯುತ್ತೂ ನೆಲೆಸಿರುತ್ತವೆ. ಈ ವಿದ್ಯುತ್ತೇ ಕಾಗದದ ಸ
ಚೂರುಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವ ಶಕ್ತಿವಿಶೇಷ. ಕಾಂತಶಕ್ತಿಯ
ಹೇಗೋ ಹಾಗೆ ಒಂದು ಋಣವಿದ್ಯುತ್ತು ಇನ್ನೊಂದು ಋ
ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಧನವಿದ್ಯುತ್ತನ
ವಿಕರ್ಷಿಸುತ್ತದೆ.

ದ್ರವ್ಯ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ತು:—ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂ
ದ್ರವ್ಯದ (matter) ಸ್ವಭಾವವೇನು? ಒಂದು ಚೂರು ಕಾಗ
ವನ್ನು ಸಣ್ಣದಾಗಿ ಹರಿದು ಆ ಸಣ್ಣ ಚೂರನ್ನು ಇನ್ನೂ ಸಣ್ಣದಾ
ವಿಭಜನೆಮಾಡುತ್ತಾ ಹೋದರೆ ಇನ್ನು ವಿಭಜನೆ ಸಾಧ್ಯವಿ
ಎಂಬ ಮಿತಿ ಬರಬೇಕಷ್ಟೆ? ದ್ರವ್ಯದ ಅಷ್ಟು ಸಣ್ಣ ಕಣ
'ಅಣು' ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಛಾಂದೋಗ್ಯೋಪನಿಷತ್ತಿನ ಆರನೇ
ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ಉದ್ದಾಲಕ ಮಹರ್ಷಿಯು, ಮಗನೂ ಶಿಷ್ಯನ
ಆದ ಶ್ವೇತಕೇತುವಿಗೆ ನ್ಯಗ್ರೋಧ ಫಲವೊಂದನ್ನು ಕೊಟ್ಟು
ಅದನ್ನು ಸಣ್ಣದಾಗಿ ಭಿನ್ನಮಾಡುವಂತೆ ಹೇಳುತ್ತಾ
ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಭಿನ್ನವಾದ ಹಣ್ಣಿನಚೂರು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣ

ಹಾಗೆ ಇದ್ದರೂ, ಅದರಲ್ಲಿ ಹಣ್ಣಿನ ಗುಣವೇ ಇದೆಯೆಂದು ಆತ್ಮವಿದ್ಯೆಯು ಉಪದೇಶ ಮಾಡುವಾಗ ಲೌಕಿಕವಾದ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಪ್ರಾಸಂಗಿಕವಾಗಿ ಕೊಡುತ್ತಾನೆ. ಆ ಸಣ್ಣ ಕಣವು ಅಣುವಿನ ಒಂದು ಮಿತಿ (Limit) ಎನ್ನಬಹುದು. ಆದನ್ನು ಇನ್ನೂ ಭಿನ್ನ ಮಾಡುವುದಕ್ಕೆ ಸಾಧ್ಯವಿರಲಿಲ್ಲ. ಕಣಾದರ ಅಣುವೂ ಇದೇ ಸ್ವಭಾವದ್ದು. ಇದು ದ್ರವ್ಯದ ಸ್ವಭಾವದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಘಟ್ಟ. ಇದಕ್ಕೆ ಅಣು (molecule) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಈ ಅಣುವನ್ನು ಭಿನ್ನ ಮಾಡಬಹುದೆಂದು ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞ ಹೆನ್ರಿ ಕ್ಯಾವೆಂಡಿಷ್(೧೭೩೧-೧೮೧೦) ತೋರಿಸಿದ ಮೇಲೆ ಜಾರ್ಜ್ ಡಾಲ್ಟನ್ (೧೭೬೬-೧೮೪೪) ಪರಮಾಣು ಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು (Atomic Theory) ರಚನೆಮಾಡಿ, ಮೂಲಭೂತದ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ ಅದರ ಸ್ವಭಾವಕ್ಕೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಒಂದೋ ಹತ್ತೋ ಪರಮಾಣುಗಳಿರುವುವೆಂದೂ, ಈ ಪರಮಾಣು (Atom) ವನ್ನು ಮಾತ್ರ ವಿಭಜನೆ ಮಾಡುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲವೆಂದೂ, ಪ್ರತಿಪಾದನೆಮಾಡಿದನು. ಇದು ದ್ರವ್ಯದ ಸ್ವಭಾವದಲ್ಲಿ ಎರಡನೆಯ ಘಟ್ಟ. ಅದೂ ಕಳೆದು ಈಗ ಮೂರನೆಯ ಘಟ್ಟಕ್ಕೆ ನಮ್ಮ ತಿಳಿವಳಿಕೆ ಏರಿದೆ. ಪರಮಾಣುವನ್ನು ವಿಭಜನೆ ಮಾಡಿದ್ದಾಗಿದೆ. ಇಂದು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರವು ಹೇಳುವ ಹಾಗೆ ಪರಮಾಣುವು ಒಂದು ಸೌರವ್ಯೂಹದಂತೆ ಇದೆ. ಗ್ರಹಮಂಡಲದ ಮಧ್ಯೆ ಸೂರ್ಯಭಗವಂತನ ಹಾಗೆ ಇರುವುದು ಬೀಜ (Nucleus). ಅದರ ಸುತ್ತ ತಿರುಗುವ ಗ್ರಹಗಳಹಾಗೆ ಇರುವುವು ಋಣ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನಗಳು (Electrons). ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿಯೇ ಎರಡು ಕಣಗಳಿವೆ. ಅವನ್ನು ಧನವಿದ್ಯುನ್ಮಾನಗಳೆಂದೂ (Protons) ಸಮ ವಿದ್ಯುತ್ಕಣ (Neutrons) ಎಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಹಿಂದೆ ಅಣುಗಳ ವಿಭಜನೆ ಸಾಧ್ಯವೇ

ಇಲ್ಲವೆಂದು ತಿಳಿದಿದ್ದೆವು. ಆಮೇಲೆ ಪರಮಾಣುಗಳು ಅವಿಭಾಜ
ವೆಂದು ತಿಳಿಯಿತು. ಈಗ ಎಲೆಕ್ಟ್ರನ್‌ಗಳು ಅವಿಭಾಜ್ಯವೆಂದ
ಕೊಂಡಿದ್ದೇವೆ. ಮುಂದೆ ಏನೋ? ಹಾಗಾದರೆ ದ್ರವ್ಯ
ಕಟ್ಟಡದ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟಿಗೆಗಳಂತೆ ಇರುವ ಈ ಅಣೋರಣ
ಯವಾದ ಕಣಗಳ ಸ್ವಭಾವವೇನು? ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಬರು
ಉತ್ತರದಿಂದ ಪರಮಾಶ್ಚರ್ಯವಾಗುವ ಹಾಗೆ ಇದೆ. ಋ
ವಿದ್ಯುತ್ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನಲ್ಲಿ ಋಣ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ
ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಕಣಗಳಿವೆ. ಹಾಗೆಯೇ, ಪ್ರೋಟಾ
ನಲ್ಲಿ ಧನವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾತಿಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಅಂಶವಿ
ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನಲ್ಲಿ ಎರಡು ಬಗೆಯ ವಿದ್ಯುತ್ತೂ ಇಲ್ಲ. ಹಾಗೆ
ಒಟ್ಟು ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿಯೂ ಯಾವ ಬಗೆಯ ವಿದ್ಯುತ್
ಇಲ್ಲ. ಪರಮಾಣುವಿನ ಕೇಂದ್ರದ ಸುತ್ತಲೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ
ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತಲೂ ಗ್ರಹಗಳು ಸುತ್ತುವಹಾಗೆ ಬೇರೆ ಬೇ
ಪಥಗಳಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತವೆ. ಒಂದು ಸಮವಿದ್ಯುತ್ಕಣದ ತೂಕವ
ಧನವಿದ್ಯುತ್ಸ್ಥಾನದ ತೂಕವೂ ಒಂದೇಸಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದ
ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಬಹಳ ಹಗುರ. ಸುಮಾರು ೧೮೪೦ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾ
ಗಳ ತೂಕವು ಒಂದು ಪ್ರೋಟಾನಿನ ತೂಕಕ್ಕೆ ಸಮವಾಗುತ್ತ
ಆದ್ದರಿಂದ ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕವೆಲ್ಲಾ ಸೌರವ್ಯೂಹದ
ಹೇಗೋ ಹಾಗೆ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿಯೇ ಕೇಂದ್ರೀಕೃತವಾಗಿ
ಎನ್ನಬಹುದು. ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿಯೂ ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನಲ್ಲಿಯ
ವಿದ್ಯುತ್ತೇ ಇಲ್ಲದಿರುವುದರಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ತೂ
ಪ್ರೋಟಾನಿನಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ತೂ ಸಮವಾಗಿಯೂ ವಿರೋ
ವಾಗಿಯೂ ಇರಬೇಕಾಯಿತು. ಎಂದರೆ ಎಷ್ಟು ಪ್ರೋಟಾನ
ಗಳಿವೆಯೋ, ಅಷ್ಟೇ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಒಂದು ಮೂಲಭೂ

Element) ದ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿವೆ. ಈಗ ಏನಾಯಿತು? ನಾವು ಒಂದೆ ದ್ರವ್ಯ (Matter) ವೇ ಬೇರೆ, ಶಕ್ತಿಯೇ (Energy) ಬೇರೆ ಎಂದು ತಿಳಿದಿದ್ದೆವಲ್ಲ. ದ್ರವ್ಯದ ಆಂತರಿಕ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿ ಸೇರಿದೆಯೆಂದು ಹೇಳಿದಹಾಗಾಯಿತು. ದ್ರವ್ಯದ ಸ್ವರೂಪವು ಬೇರೆಯಲ್ಲ ಶಕ್ತಿಯ ಸ್ವರೂಪವು ಬೇರೆ ಅಲ್ಲ. ದ್ರವ್ಯನಿತ್ಯತ್ವವೂ ಶಕ್ತಿ ನಿತ್ಯತ್ವವೂ ಬೇರೆ ಅಂಶಗಳಲ್ಲ. ಒಂದು ರೂಪದ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ರೂಪದ ಶಕ್ತಿಯು ಬಂದಂತೆ, ಒಂದು ದ್ರವ್ಯದ ರೂಪದಿಂದ ರಸಾಯನ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಇನ್ನೊಂದು ರೂಪದ ದ್ರವ್ಯವು ಬಂದಂತೆ, ದ್ರವ್ಯದಿಂದಲೇ ಶಕ್ತಿಯೂ ಬರಬಹುದು. ಮಹಾನುಭಾವ ಆಲ್ಬರ್ಟ್ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೯೦೫ ರಲ್ಲಿಯೇ ಪ್ರತಿಪಾದನೆ ಮಾಡಿದ ಶ್ರೇಷ್ಠತತ್ತ್ವ ಇದೇ. M. ಎಂಬ ತೂಕದ ದ್ರವ್ಯವು ನಾಶವಾದರೆ, ಎಂದರೆ, ಪರಿವರ್ತನವಾದರೆ M. C.^{2} ಎಂಬ ಪ್ರಮಾಣದ E. ಶಕ್ತಿಯು ಬರುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ C. ಎಂದರೆ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ–ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೧,೮೬,೩೨೫ ಮೈಲಿಗಳು. E.= M. C.^{2} ಇದೇ ತತ್ತ್ವದಿಂದಲೇ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಪರಮಾಣುವಿನೊಳಗೆ ಅದರ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಬಿಗಿದು ಕಟ್ಟಿರುವ ಅಂತಃಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡಿದನು. ಇದರಿಂದ ಮೊದಲನೆಯ ಪರಮಾಣು ಸ್ಫೋಟಕವು (Atom bomb) ತಯಾರಾಯಿತು. ಒಂದು ಪರಮಾಣುವಿನ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸ್ವಭಾವವು ಬೀಜದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಮೇಲೆ ನಿರ್ಧಾರವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಪರಮಾಣು ಅಂಕ (Atomic Number) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನ ಬೀಜದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪ್ರೋಟಾನೂ ಅದನ್ನು ಸರಿತೂಗಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಅದರ ಸುತ್ತುವ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನೂ ಇವೆ. ಅದರ

ಪರಮಾಣು ಅಂಕ ಒಂದು. ಹಾಗೆಯೇ ಚಿನ್ನದ ಪರಮಾಣು
ನಲ್ಲಿ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ೭೯ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ೧೧೮ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ
ಇವೆ. ಅದರ ಸುತ್ತ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡುವ ೭೯ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ
ಹೊರಗಡೆ ಇವೆ. ಚಿನ್ನದ ಪರಮಾಣು ಅಂಕ ೭೯.

ಪರಮಾಣು ತೂಕ: ಜಲಜನಕದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪ್ರೋಟಾನ
ಇರುವುದರಿಂದ ಅದರ ಪರಮಾಣು ತೂಕ ಒಂದು. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿ
ತೂಕವನ್ನು ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ರೂಢಿ ಸ್ಥೂಲವಾ
ವಿಚಾರಗಳಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲ. ಅದರಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಚಿನ್ನ
ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕ ೭೯+೧೧೮=೧೯೭. ಇದರಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನ
ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಸೇರಿಸಿದ
ಹಾಗೆಯೇ ಹೀಲಿಯಮ್ ಮೂಲಧಾತುವಿನ ಪರಮಾಣುವಿನ
ಬೀಜದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಪ್ರೋಟಾನುಗಳೂ ಎರಡು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ
ಗಳೂ ಇವೆ. ಹೊರಗಡೆ ಎರಡು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಪರಿಭ್ರಮಿ
ಸುತ್ತಿವೆ. ಅದರ ಪರಮಾಣು ಅಂಕ ಎರಡು, ಪರಮಾಣು ತೂ
ನಾಲ್ಕು. ಪರಮಾಣು ತೂಕದ ಅಳತೆ ಗೋಲು ಜಲಜನಕ
ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕ. ಈಗ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರವೇ ಬೇ
ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರವೇ ಬೇರೆ ಎಂಬ ಕಾಲ ಹೋಯಿತು. ರಸಾಯನ
ಶಾಸ್ತ್ರದ ತಳಪಾಯದಲ್ಲಿ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನಗಳಿದ್ದು
ಒಂದು ಮೂಲಭೂತಕ್ಕೂ ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೂ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾ
ಸಕ್ಕೆ ಶಾಸ್ತ್ರ ಸಮ್ಮತವಾದ ಸಮಾಧಾನವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತವೆ

ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ ನೋಡಿದಾಗ ಕೆಲವು ಪರಮಾಣ
ಗಳು ಸುಲಭವಾಗಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಗಳನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುವುದು
ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಪರಮಾಣುಗಳು ಅವುಗಳನ್ನು ಕೂಡಿಡುವುದು
ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಗಂಧಕರಬ್ಬರನ್ನು ಉಣ್ಣೆಯಿಂದ ಉಜ್ಜಿ

ದಾಗ ಉಣ್ಣೆಯಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಗಂಧಕರಬ್ಬರಿನ ಕಡೆಗೆ ಹರಿಯುತ್ತವೆ. ಆಗ ಗಂಧಕರಬ್ಬರಿನಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹೆಚ್ಚುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ಹೊರೆ ಅದರ ಮೇಲೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಉಣ್ಣೆಯಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹೋಗುವುದರಿಂದ ಅದರ ಮೇಲೆ ಅಷ್ಟೇ ಪ್ರಮಾಣದ ಧನವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಹೊರೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಪದಾರ್ಥದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಸಂಚರಿಸುತ್ತಿದೆಯೆಂದು ಹೇಳಿದಾಗ ಅದರಮೇಲೆ ಇನ್ನು ಯಾವುದರಿಂದಲೋ ಯಾವ ಕಾರಣದಿಂದಲೋ ಕಳಚಿಕೊಂಡ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಹೊರೆ ಬಿದ್ದಿದೆಯೆಂದು ತಿಳಿಯಬೇಕು. ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಯಾರೂ ಸೃಷ್ಟಿ ಮಾಡಲಾರರು. ಇರುವ ಶಕ್ತಿಯೇ ಮಾಡಿದ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಅನುಸಾರವಾಗಿ ಒಂದು ಕಡೆಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಕಡೆಗೆ ಸಂಚರಿಸುತ್ತದೆ. ಒಂದು ರೂಪದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ರೂಪಕ್ಕೆ ತಿರುಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಗಳೆಲ್ಲವೂ ಶಕ್ತಿನಿತ್ಯತ್ವ, ವಸ್ತುನಿತ್ಯತ್ವ, ಈ ಈ ಮಹಾತತ್ತ್ವಗಳಿಗೆ ಅನುಸಾರವಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆ.

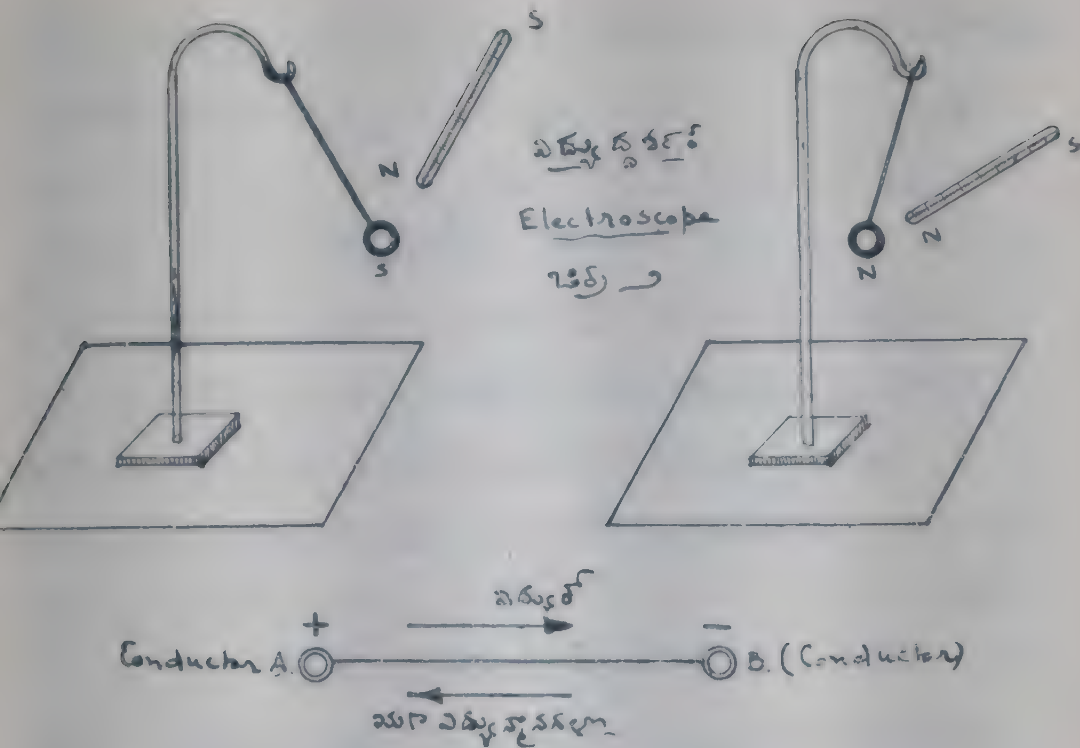
ವಾಹಕಗಳು ಮತ್ತು ಅವಾಹಕಗಳು : ಗಾಜಿನ ಹಿಡಿಯಿರುವ ತಾಮ್ರದ ದಂಡವೊಂದನ್ನು ಒಣಗಿದ ಬಟ್ಟೆಯಿಂದ ಉಜ್ಜಿದರೆ ಅದರ ಮೇಲೆ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಹೊರೆ ಬಿದ್ದು ದಂಡದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಹರಡುತ್ತದೆ. ದಂಡವನ್ನು ಕೈಯಿನಿಂದ ಒಂದು ಕಡೆ ಮುಟ್ಟಿದರೆ ಅದರ ಮೇಲೆ ಇರುವ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಹೊರೆ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಇಳಿದು ಹೋಗುತ್ತದೆ.

ಇದೇ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಗಂಧಕದ ರಬ್ಬರಿನ ದಂಡವನ್ನು ಉಣ್ಣೆಯಿಂದ ಉಜ್ಜಿ ನಡೆಸಿದರೆ ಆ ದಂಡದ ಮೇಲೆಯೂ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಹೊರೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಅದನ್ನು ಕೈಯಿನಿಂದ ಒಂದು ಕಡೆ ಮುಟ್ಟಿದರೆ ಮುಟ್ಟಿದ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಹೊರೆ ಇಳಿಯುತ್ತದೆ.

ಈಗ ನಾವು ಕಾಣುವ ಪದಾರ್ಥಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಭಾಗಕ್ಕೆ ಎರಡು ಜಾತಿಗಳಾದ ಹಾಗಾಯಿತು. ಒಂದು ಅದರ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಸಾಗಿಸುತ್ತದೆ. ಇನ್ನೊಂದು ಅದನ್ನು ತಡೆಯುತ್ತದೆ. ಮೊದಲನೆಯ ಜಾತಿಗೆ ವಾಹಕಗಳೆಂದೂ, ಎರಡನೆಯದಕ್ಕೆ ವಿರೋಧಕಗಳೆಂದೂ ಅಥವಾ ಅವಾಹಕಗಳೆಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ತಾಮ್ರ ಒಂದು ವಾಹಕ. ಗಂಧಕ ರಬ್ಬರು ನಿರೋಧಕ. ವಾಹಕಗಳಲ್ಲಿ ಹೊರಗಡೆ ಇರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ತೆಗೆಯಬಹುದು. ಹೀಗೆ ತೆಗೆದವುಗಳನ್ನು ಸ್ವತಂತ್ರ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಅವಾಹಕಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ವತಂತ್ರ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿರುವುದಿಲ್ಲ.

ವಿದ್ಯುದ್ದರ್ಶಕ: ಒಂದು ಪದಾರ್ಥದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತಿದೆಯೆಂದು ನಾವು ತಿಳಿಯುವುದು ಹೇಗೆ? ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರವೂ ಉಳಿದ ವಸ್ತು ವಿಜ್ಞಾನ ಶಾಸ್ತ್ರಗಳೂ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ತಳಹದಿಯ ಮೇಲೆ ನಿಂತಿವೆ. ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪತ್ತೆಮಾಡಬಹುದು. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಒಂದು ಬೆಂಡಿನ ಸಣ್ಣ ಚೆಂಡಿಗೆ ತೆಳ್ಳನೆಯ ಲೋಹದ ತಗಡನ್ನು ಸುತ್ತಿ, ಒಂದು ರೇಷ್ಮೆಯ ದಾರದಿಂದ ತಗಲುಹಾಕಿ ಚೆಂಡಿನ ಹತ್ತಿರಕ್ಕೆ ಯಾವ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಒಯ್ದಾಗ ಆ ಚೆಂಡು ವಿಕರ್ಷಿತವಾಗುತ್ತದೆಯೋ ಆ ಪದಾರ್ಥದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತಿದೆ. ವಿಕರ್ಷಿತವಾಗದೆ ಹೋದರೆ ಇಲ್ಲ.

ಈ ವಿದ್ಯುದ್ಭಾರವು (Electric Charge) ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಕೇಂದ್ರೀಕೃತವಾಗಿ ಮಿತಿಮೀರಿದರೆ ಅದರ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯು ಹೆಚ್ಚಿ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಕಿಡಿ (Spark) ಯೊಂದು ಹೊರಕ್ಕೆ ಬರಬಹುದು. ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಹೊರೆಯು ಗಂಧಕರಬ್ಬರಿನಲ್ಲಿ ಇರುವ



ಹಾಗೆ ಇದ್ದಲ್ಲಿಯೇ ಇದ್ದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ನಿಶ್ಚಲವಿದ್ಯುತ್ (Static Electricity) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಅದು ಚಲನೆಯಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಪ್ರವಾಹ ವಿದ್ಯುತ್ (Current Electricity) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಈ ಪ್ರವಾಹ ದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರು ತ್ತದೆಯೋ ಅಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ತಂಡೋಪತಂಡ ವಾಗಿ ಹರಿಯುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ A.B. ಎರಡೂ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಹೊತ್ತಿರುವ ವಾಹಕಗಳು. ಅವೆರಡನ್ನೂ C ಎಂಬ ತಾಮ್ರದ ತಂತಿಯಿಂದ ಸೇರಿಸೋಣ. ಆಗ A ವಾಹಕ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಮಟ್ಟ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದರೆ ಅದರಿಂದ C ತಂತಿಯ ಮಾರ್ಗವಾಗಿ B ವಾಹಕದ ಕಡೆಗೆ, ಎರಡು ವಾಹಕಗಳ ಮಟ್ಟವೂ ಸಮವಾಗುವವರೆಗೆ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಆಗ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಗಳು ಎದುರು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ B ವಾಹಕದಿಂದ A ವಾಹಕದ ಕಡೆಗೆ

ಹರಿಯುವುವೆಂದು ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕವಾಗಿ ಹೇಳುತ್ತೇವೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಪರಿಚಯವಿಲ್ಲದೆ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಸ್ವಭಾವವನ್ನು ತಿಳಿಯುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ನಮ್ಮ ಮನೆಯಲ್ಲಿರುವ ನೂರು ವ್ಯಾಟ್ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ದೀಪವು ಉರಿಯಬೇಕಾದರೆ ಅದರಲ್ಲಿ ೧ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೬ × ೧೦^{೧೮}, ಎಂದರೆ ಆರರ ಮುಂದೆ ಹದಿನೆಂಟು ಸೊನ್ನೆಗಳನ್ನು ಹಾಕಿದರೆ ಆಗುವ ಸಂಖ್ಯೆಯು, ಎಂದರೆ ೬೦,೦೦೦ ಕೋಟಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ದೌಡಾಯಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಬಹು ಹಗುರವಾಗಿದ್ದು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಹಾರ ಬಲ್ಲವು.

೫. ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಉತ್ಪಾದನೆ

ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಕಿಡಿಯೂ ಸಿಡಿಯೂ ಸ್ವಭಾವದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಎಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಅಮೇರಿಕದ ಬೆಂಜಮಿನ್ ಫ್ರಾಂಕ್‌ಲಿನ್ (೧೭೦೬-೯೦). ಆತನು ೧೭೫೨ ರಲ್ಲಿ ಸಿಡಿಲು ಹೊಡೆದ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಪೂರ್ವ ಸಿದ್ಧತೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿಕೊಂಡು, ಗಾಳಿಯ ಪಟವನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಹಾರಿಸಿ, ಅದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಕಬ್ಬಿಣದ ಬೀಗದ ಕೈಯನ್ನು ತಗಲಿಸಿ, ಪಟದ ಈ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ಸಂಗ್ರಾಹಕದಲ್ಲಿ (Leyden jar) ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದನು. ಇದು ಜೀವನದ ಮೇಲೆ ಆಸೆಯಿದ್ದವರು ಯಾರೂ ಮಾಡಲು ಒಪ್ಪುವ ಪ್ರಯೋಗವಲ್ಲ. ಆದರೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಸಾಹಸದ ಕೆಲಸಗಳು ಎಷ್ಟೋ ನಡೆದಿವೆ.

ಈತನ ಅನಂತರ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾವೆಂಡಿಷ್, ಫ್ರಾನ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಕೂಲುಂ (೧೭೩೬-೧೮೦೬), ಬೊಲೊನ್‌ದಲ್ಲಿ ಗ್ಯಾಲ್ವಾನಿ (೧೭೩೮-೯೮), ಪೇಡುವಾದಲ್ಲಿ ವೋಲ್ಟ (೧೭೪೫-೧೮೨೭) ಜರ್ಮನಿಯಲ್ಲಿ ಓಂ (೧೭೮೭-೧೮೫೪) ಮೊದಲಾದ ವಿಜ್ಞಾನಿ

ಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಬಹುಮುಖ್ಯವಾದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದರು.

ವಿದ್ಯುತ್ತಿನಿಂದ ಕಾಂತಶಕ್ತಿ

ಅರ್ಸ್ಟೆಡ್ ಎಂಬ ಡೆನ್ಮಾರ್ಕಿನ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು (೧೭೭೭-೧೮೫೧) ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೮೨೦ ರಲ್ಲಿ ಕಾಂತಶಕ್ತಿಗೂ ವಿದ್ಯುತ್ತಿಗೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಒಂದು ಬ್ಯಾಟರಿಯಿಂದ ಬರುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಮಾರ್ಗವನ್ನು ಒಂದು ಉತ್ತರಮುಖಿಗೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ಹಿಡಿದರೆ ಉತ್ತರಮುಖಿಯು ಸಮಕೋಣದಷ್ಟು ಒಂದು ಕಡೆಗೆ ತಿರುಗುತ್ತದೆ. ತಂತಿಯು ಉತ್ತರಮುಖಿಗೆ ಸಮಕೋಣವಾಗಿದ್ದರೆ ಏನೂ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಿದರೆ ಸೂಜಿಯು ತಿರುಗುವ ದಿಕ್ಕೂ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆಯೆಂದು ಈತ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ ತೋರಿಸಿದನು.

ಅನಂತರ ಫ್ರೆಂಚ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಆ್ಯಂಪೇರ್ (೧೭೭೭-೧೮೫೬) ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ದಿಕ್ಕಿಗೂ ಉತ್ತರಮುಖಿಯು ಸುಳಿಯುವ ದಿಕ್ಕಿಗೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಹೀಗೆ ಹೇಳಿದನು : ಒಬ್ಬನು ತಂತಿಯಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ಪ್ರವಾಹದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಯಾವಾಗಲೂ ಸೂಜಿಯನ್ನೇ ಎದುರಿಸುತ್ತ-ಸೂಜಿಯು ಕೆಳಗಿರಲಿ, ಮೇಲಿರಲಿ-ಈಜುತ್ತಾನೆಂದು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಿ. ಆಗ ಸೂಜಿಯ ಉತ್ತರ ಧ್ರುವವು ಈಜುವ ಮನುಷ್ಯನ ಎಡಗಡೆಗೆ ಸುಳಿಯುತ್ತದೆ.

ಈತನೇ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಸುತ್ತಲೂ ಒಂದು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವಿರುತ್ತದೆಯೆಂದೂ ತೋರಿಸಿದವನು. ಒಂದು ಉರುಳೆಯ ಸುತ್ತ ತಾಮ್ರದ ತಂತಿಯನ್ನು ಸುತ್ತಿ ತಂತಿಯಲ್ಲಿ

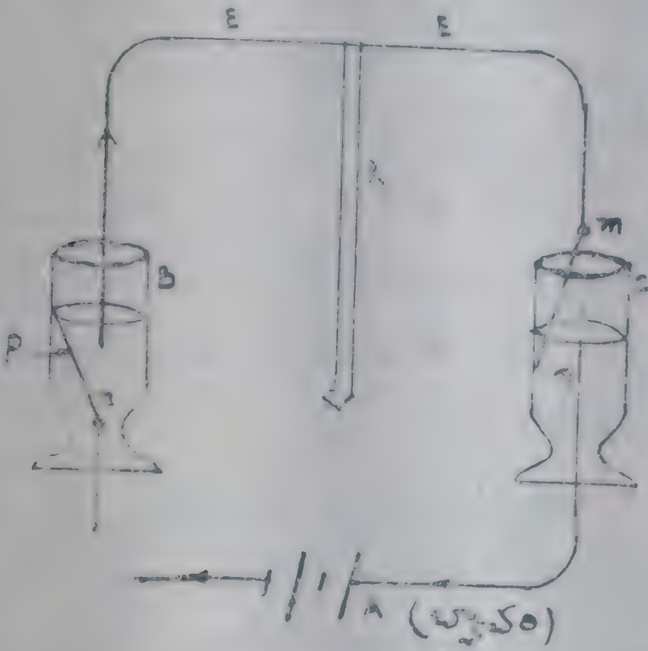
ವಿದ್ಯುತ್ತು ಹರಿಯುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ ಅದು ಕಾಂತದ ಹಾಗೆ ನಡೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಅದನ್ನು ಧಾರಾಳವಾಗಿ ತಿರುಗುವಂತೆ ತೂಗುಹಾಕಿದರೆ ಅದರ ಒಂದು ಕೊನೆಯು ಉತ್ತರ ಕಾಂತ ಧ್ರುವದ ಕಡೆಗೂ ಇನ್ನೊಂದು ಕೊನೆಯು ದಕ್ಷಿಣ ಕಾಂತ ಧ್ರುವದ ಕಡೆಗೂ ತಿರುಗಿ ನಿಲ್ಲುತ್ತದೆ.

ಉರುಳೆಯು ಟೊಳ್ಳಾಗಿದ್ದು ಅದರೊಳಗೆ ಒಂದು ಕಬ್ಬಿಣದ ಸಲಾಕಿಯನ್ನಿಟ್ಟರೆ ಅದಕ್ಕೆ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಹೊರಗಡೆ ತಂತಿಯಲ್ಲಿ ಹರಿಯುತ್ತಿರುವವರೆಗೂ ಕಾಂತತ್ವ ಬರುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿದರೆ ಒಳಗಿರುವ ಕಬ್ಬಿಣದ ಕಾಂತತ್ವವೂ ಮಾಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಕಾಂತತ್ವಕ್ಕೆ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ (Electro-Magnet) ವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಒಂದು ಮೆತುವಾದ ಕಬ್ಬಿಣದ ಸರಳಿನ ಅಥವಾ ಉರುಳೆಯ ಸುತ್ತ ನಿರೋಧಕ ಕವಚವನ್ನು ತೊಟ್ಟಿರುವ (Insulated) ತಾಮ್ರದ ತಂತಿಯನ್ನು ಹತ್ತಾರು ಸುತ್ತು ಸುತ್ತಿ ಈ ತಂತಿಯ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಹರಿಸಿದರೆ, ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಹೊರಗಿನ ತಂತಿಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವವರೆಗೂ ಒಳಗಿನ ಕಬ್ಬಿಣದ ಸರಳು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಗುಣವು ಎಷ್ಟು ಮುಖ್ಯವೆಂದು ಮುಂದೆ ಅದರ ಉಪಯೋಗಗಳಿಂದ ಕಾಣುತ್ತೇವೆ.

ಈಗ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನಿಂದ ಕಾಂತಶಕ್ತಿಯು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಯಿತು. ಪ್ರತಿಯಾಗಿ ಕಾಂತಶಕ್ತಿಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಉತ್ಪಾದನೆ ಮಾಡುವ ಗುಣವೂ ಇದೆಯೆ? ಇದೆ, ಎಂದು ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಶ್ರೇಷ್ಠ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಮೈಕೇಲ್ ಫ್ಯಾರಡೆ (೧೭೯೧-೧೮೬೭) ಕೆಲವು ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತೋರಿಸಿದನು.

ವಿದ್ಯುತ್ತಿನಿಂದ ಚಲನಶಕ್ತಿ

ಫ್ಯಾರಡೆಯು ೧೮೨೧ ರಲ್ಲಿ ಮಾಡಿದ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಮೊದಲು ವಿದ್ಯುತ್ತಿನಿಂದ ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುದೆಂದು ತೋರಿಸಿದನು.



A. ಒಂದು ಬ್ಯಾಟರಿ

B. C. ಪಾದರಸವನ್ನು ತುಂಬಿದ ಎರಡು ಗಾಜಿನ ಲೋಟಗಳು

E. E.[1] ಒಂದು ತಾಮ್ರದ ತಂತಿ R ಎಂಬ ಮರದ ಕಂಬದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ನಿಂತಿದೆ. ಈ ತಂತಿಯ ಒಂದು ಕೊನೆಯನ್ನು B ಲೋಟದಲ್ಲಿ ಭದ್ರವಾಗಿ ಪಾದರಸದಲ್ಲಿ ನಿಲ್ಲಿಸಿದೆ. ಇನ್ನೊಂದು ಕೊನೆ 'M' ಎಂಬ ತಿರುಗಣೆಯ ಸುತ್ತ ತಿರುಗುವಹಾಗಿದೆ. ಅದರ ಕೊನೆಯೂ ಪಾದರಸದಲ್ಲಿ ಅದ್ದಿದೆ.

P. Q. ಎರಡು ಅಯಸ್ಕಾಂತಗಳು.

ಕಾಂತಶಕ್ತಿಯಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ತು

A. ಆರು ಅಂಗಲ ವ್ಯಾಸದ ಒಂದು ಅಂಗುಲ ದಪ್ಪದ ಕಬ್ಬಿಣದ ಉಂಗುರ.

B. ನಿರೋಧಕ ಕವಚವುಳ್ಳ ತಾಮ್ರದ ತಂತಿ. C. ಬ್ಯಾಟರಿಗೆ ತಗಲಿಸಿದೆ.

D. ಅದೇ ತರಹದ ತಂತಿ. G. ವಿದ್ಯುನ್ಮಾಪಕಯಂತ್ರಕ್ಕೆ ತಗಲಿಸಿದೆ.

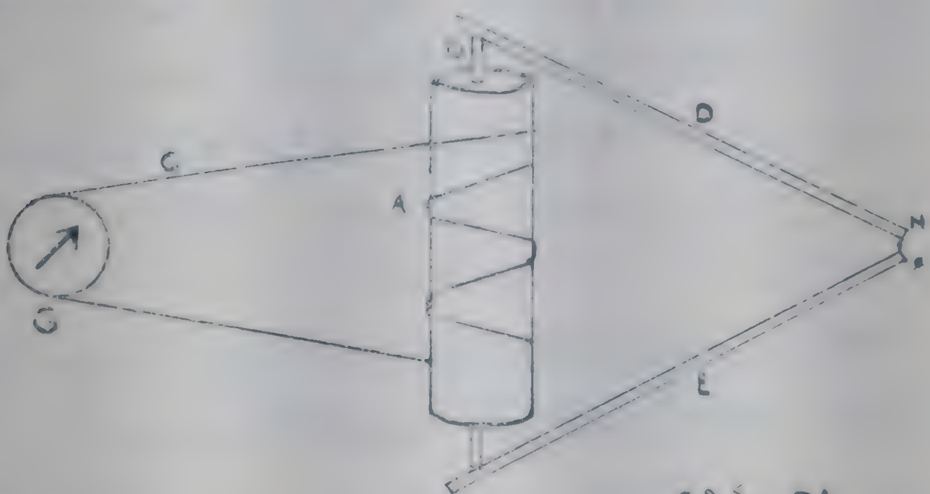
ಇಲ್ಲಿ ನಾವು ಗಮನಿಸಬೇಕಾದದ್ದು, ಬಲಗಡೆಯ D ತಂತಿಯಲ್ಲಿ ನೇರವಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಹರಿಯುವುದಕ್ಕೆ ಸಲಕರಣೆಯೇನೂ ಇಲ್ಲ.

ಈಗ ಎಡಗಡೆ B ತಂತಿಯೊಳಕ್ಕೆ C ಬ್ಯಾಟರಿಯಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಬಿಡಿ. ಇನ್ನೊಂದು ಆಶ್ಚರ್ಯಕಾದಿದೆ. D ತಂತಿಗೆ ತಗಲಿಸಿದ G ವಿದ್ಯುನ್ಮಾಪಕದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಸುಳಿಯುತ್ತದೆ. B ತಂತಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿದರೆ ಮಾಪಕದಲ್ಲಿ ಎದುರು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಸೂಜಿಯು ಸುಳಿಯುತ್ತದೆ.

ಈಗ ಆದದ್ದೇನು? ಬ್ಯಾಟರಿಗೆ ತಗಲಿದ B ತಂತಿಯಿಂದ A ಕಬ್ಬಿಣದ ಉಂಗುರಕ್ಕೆ ಕಾಂತಶಕ್ತಿ ಬಂತು. ಇದನ್ನು ಆರ್ಸ್ಟೆಡ್ ತೋರಿಸಿದ್ದನು. ಮುಂದೆ ಈ ಕಾಂತಶಕ್ತಿಯು D ತಂತಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪ್ರೇರಿಸಿತು. ಇದಕ್ಕೆ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಪ್ರೇರಣೆ (Electro magnetic Induction) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಉಂಗುರಕ್ಕೆ ಬಂದ ಕಾಂತಶಕ್ತಿಯಿಂದಲೇ ವಿದ್ಯುತ್ತು

ಪ್ರೇರಕವಾಗುವುದು ನಿಜವಾದರೆ, ಬ್ಯಾಟರಿಯನ್ನು ಕಬ್ಬಿಣದ ಉಂಗುರವನ್ನು ಕಿತ್ತೊಗೆದು ಅರ್ಸ್ಟೆಡ್ ಮಾಡಿದ ಪ್ರಯೋಗದ ನೆರವೆ ಇಲ್ಲದೆ ನೇರವಾಗಿ ಅಯಸ್ಕಾಂತಗಳಿಂದಲೇ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪ್ರೇರಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಬೇಕಲ್ಲ. ಫ್ಯಾರಡೆಯ ಮೂರನೆಯ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ನೋಡಿ.



Faradays Experiment 3. ಚಿತ್ರ ೫

A. ಒಂದು ರಟ್ಟಿನ ಉರುಳೆ.

B. ಉರುಳೆಯೊಳಗಿನ ಮೆತು ಕಬ್ಬಿಣದ ಅಚ್ಚು.

C. ರಟ್ಟಿನ ಉರುಳೆಯ ಸುತ್ತಲೂ ಸುತ್ತಿದ ನಿರೋಧ ಕವಚವುಳ್ಳ ತಾಮ್ರದ ತಂತಿಯ ಸುರಳಿ (Coil)

G. C. ತಂತಿಯ ಎರಡು ಕೊನೆಗಳಿಗೂ ಜೋಡಿಸಿದ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾಪಕ.

D. E. ಎರಡು ಸಾಧಾರಣವಾದ ಅಯಸ್ಕಾಂತಗಳು- ೨ ಅಡಿ ಉದ್ದ. ಒಂದರ ಉತ್ತರ ಧ್ರುವವನ್ನು ಇನ್ನೊಂದರ ದಕ್ಷಿಣ ಧ್ರುವಕ್ಕೆ ಜಂಟಿಸಿದೆ. ಇನ್ನೆರಡು ಧ್ರುವಗಳನ್ನು ರಟ್ಟಿನ ಉರುಳೆಯ ಕಬ್ಬಿಣದ ಅಚ್ಚಿನ

C. ಅಚ್ಚಿನ ಬಲಗಡೆ ಮರದ ಹಿಡಿ
D. ಅಚ್ಚಿನ ಎಡಗಡೆ ತಗಲಿಸಿರುವ ಬಳುಕುವ ಲೋಹ
ಚೂರು (Brush).
E. ಚಕ್ರದ ಅಂಚಿಗೆ ತಗಲಿಸಿರುವ ಇನ್ನೊಂ
ಬಳುಕುವ ಲೋಹದ ಚೂರು. ಈ ಎರ
ಚೂರುಗಳ ಬಿಡುವಾದ ಕೊನೆಗಳನ್ನು ನಿರೋ
ಕವಚದ ತಾಮ್ರದ ತಂತಿಗಳಿಂದ G ಎಂ
ವಿದ್ಯುನ್ಮಾಪಕಕ್ಕೆ ಒಯ್ದಿದೆ.
H. ಕುದುರೆಯ ಲಾಳದ ಆಕಾರದ ಅಯಸ್ಕಾಂತ
ಇದರ ಧ್ರುವಗಳ ನಡುವೆ A ತಾಮ್ರದ ಚ
ವನ್ನು ತೂರಿಸಿದೆ.

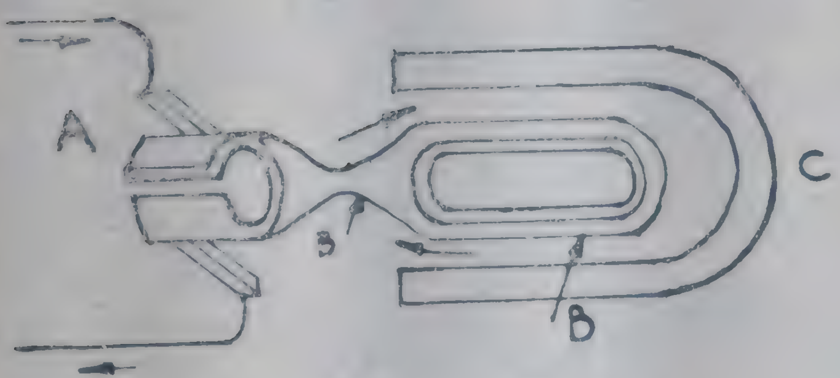
ಈಗ ಮರದ ಹಿಡಿಯಿಂದ ತಾಮ್ರದ ಚಕ್ರವನ್ನು ತಿರು
ಸಿದರೆ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾಪಕದಲ್ಲಿ ಸಂತತವಾದ ಚಲನೆಯಾಗುತ್ತ
ವಿದ್ಯುತ್ತು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದೇ ಮೊದಲನೆ
ಡೈನಾಮೊ.

ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ತು : ಫ್ಯಾರಡೆಯ ಈ ಯಂತ್ರದ
ಬರುವ ವಿದ್ಯುತ್ತಿಗೆ ಆವರ್ತ ಪ್ರವಾಹವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. (Alterna
ing Current) ಈ ಪ್ರವಾಹವು ಒಂದು ಸಾರಿ ಒಂ
ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೂ ಮತ್ತೊಂದು ಸಾರಿ ಮತ್ತೊಂದು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯ
ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಆದಕ್ಕಾಗಿ ಈ ಯಂತ್ರಕ್ಕೆ ಆವರ್ತ ವಿದ
ಜ್ಜನಕ (Alternating Current generator) ಎಂ
ಹೆಸರು.

ಏಕಮುಖ ವಿದ್ಯುತ್ತು : ಇನ್ನೊಂದು ಬಗೆಯ ವಿದ್ಯು
ನಲ್ಲಿ ಪ್ರವಾಹವು ಸಂತತವಾಗಿ ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಹರಿಯುತ್ತ

ಇದು ಏಕಮುಖ ವಿದ್ಯುತ್ (Direct Current). ಈ ರೀತಿಯ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಬರಬೇಕಾದರೆ ತಂತಿಯಾಗಲಿ, ಕಾಂತವಾಗಲಿ ಒಂದೇ ಸಮವಾಗಿ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿರಬೇಕು. ಈ ಬಗೆಯ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಪರಿವರ್ತಕ (Commutator) ವೆಂಬ ಸಲಕರಣೆಯನ್ನು ೧೮೩೨ ರಲ್ಲಿ ಫ್ಯಾರಡೆಯೇ ನಿರ್ಮಾಣ ಮಾಡಿ ಏಕಮುಖ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕ (Direct Current generator) ವನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ ಈ ಅಧ್ಯಾಯಕ್ಕೆ ಸ್ವಸ್ತಿವಾಚನ ಮಾಡಿದನು.

Faraday's Commutator.



ಚಿತ್ರ ೨.

A. ತಾಮ್ರದ ಕೊಳವೆ. ಇದನ್ನು ನಡುವೆ ಸಣ್ಣದಾಗಿ ಸೀಳಿದೆ. ಹೊರಗಿನ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಅರ್ಧ ಸುತ್ತು ಬಂದಾಗ ಈ ಕೊಳವೆಯು ಅದರ ದಿಕ್ಕನ್ನು ತಿರುಗಿಸುತ್ತದೆ.

B. ತಂತಿಯ ಸುರಳಿ. ಇದು B C ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ತಿರುಗುತ್ತದೆ. ಮೇಲುಭಾಗವು ತಿರುಗುವಾಗ ನಮ್ಮ ಕಡೆಗೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಪರಿವರ್ತಕದಿಂದ

ತಿರುಗಿದ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಈ ಬಾಣ
ಗಳು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ.

ಕೆಲವು ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದಕ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು (Generators) ಆವಿಯ ನೀರ್ಗಾಲಿಗಳಿಂದ (Steam Turbines) ನಡೆಸು ತ್ತಾರೆ. ಕೆಲವನ್ನು ಬೀಳುವ ನೀರಿನ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ನಡೆಸುತ್ತಾರೆ. ಅಲ್ಲೊಂದು ಇಲ್ಲೊಂದು ಡೀಸೆಲ್ ಎಣ್ಣೆಯ ಯಂತ್ರ ಳಿಂದಲೋ, ಅನಿಲದ ನೀರ್ಗಾಲಿ (Gas Turbines) ಗಳ ಬಲೋ ನಡೆಯುತ್ತವೆ. ಒಂದು ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಯಾವುದ ಅಗ್ಗವೋ ಆ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಮೈಸೂರಿನ ಶಿವನಸಮುದ್ರ, ಜೋಗ, ಜಲಪಾತಗಳಿವೆ. ಎಲ್ಲಾ ಕ ಯಲ್ಲಿಯೂ ಈಗ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಬೇಕಾಗಿದೆ. ಎಲ್ಲಾ ಕ ಯಲ್ಲಿಯೂ ಜಲಪಾತಗಳಿರುತ್ತವೆಯೆ? ಆದಕ್ಕಾಗಿ ನಮ ದೇಶದಲ್ಲಿಯೇ ಅನೇಕ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಆವಿಯ ನೀರ್ಗಾಲಿಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಅಮೇರಿಕದಲ್ಲಿಯಂತೂ ಮುಕ್ಕಾಲ ಪಾಸಿ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಕಲ್ಲಿದ್ದಲನ್ನು ಉರಿಸಿ ನೀರನ್ನು ಮರಳ ಬಂದ ಆವಿಯಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಅದು ಅವರಿ ಸುಲಭ.

ಹೇಗೆ ಬಂದರೂ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಮೂಲಶಕ್ತಿಯು ಸೂರ್ಯ ನಿಂದ ಬರುತ್ತದೆ. ಕಡಲಿನ ನೀರು ಬಿಸಿಲಿನಲ್ಲಿ ಆವಿಯಾಗಿ ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಮೇಘಗಳಾಗಿ ಚಲಿಸಿ, ಮಳೆಯಾ ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದು, ಜಲಪಾತಗಳಲ್ಲಿ ಉರುಳುತ್ತದೆ. ಕಲ್ಲಿ ಲಿನ ಉತ್ಪತ್ತಿಯೂ ಸೂರ್ಯನಿಂದಾದುದೇ. ಪುರಾತನ ವೃ ಗಳು ಭೂಗರ್ಭದಲ್ಲಿ ಒತ್ತಡಕ್ಕೆ ಸಿಕ್ಕಿ ಇಂಗಾಲವು ಕಲ್ಲಿದ್ದಿಲಾ ನೆಲದ ಕೆಳಗೇ ಅಡಗಿತ್ತು. ಈಗ ನಾವು ಅದನ್ನು ಮೇಲ ತೆಗೆದು ಬಳಸುತ್ತಿದ್ದೇವೆ.

೬ ಬೀಳುವ ನೀರಿನಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ತು

ಈಗ ಶಿವನಸಮುದ್ರದ ಜಲಪಾತದಲ್ಲಿ ಬೀಳುವ ನೀರಿನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಹೇಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಉತ್ಪಾದನೆ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾರೆಂದು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ನೋಡಬಹುದು. ಕಾವೇರಿ ನದಿಯು ಶಿವನಸಮುದ್ರ ದ್ವೀಪದ ಹತ್ತಿರ ಎರಡು ಕವಲಾಗಿ ಒಡೆದು, ಗಗನಚುಕ್ಕಿ ಭರಚುಕ್ಕಿ ಎಂಬ ಜಲಪಾತಗಳಲ್ಲಿ ಧುಮುಕಿ, ಕೆಳಗಡೆ ಮತ್ತೆ ಅಖಂಡವಾಗಿ ಮುಂದೆ ಹರಿಯುತ್ತಿದೆ. ನೀರು ಬೀಳುವ ಕಡೆಯೇ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ಇಟ್ಟಿರುವರೆಂಬ ತಿಳಿವಳಿಕೆ ಬಂದರೂ ಅದು ಸಹಜವೇ. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಹಾಗಿಲ್ಲ. ಗಗನಚುಕ್ಕಿಯ ಶಾಖೆಯು ಧುಮುಕುವುದಕ್ಕೆ ಮೇಲಿನ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ನೀರನ್ನು ಶೇಖರಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಒಂದು ಅಣೆಕಟ್ಟನ್ನು ಕಟ್ಟಿದೆ. ಈ ಅಣೆಕಟ್ಟಿನಿಂದ ಎರಡು ಕಾಲುವೆಗಳ ಮೂಲಕ ನೀರನ್ನು ಫೋರ್‌ಬೆ ಎಂಬ ಸಣ್ಣ ಕೊಳಕ್ಕೆ ಸಾಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಕೆಳಗಡೆ ಎಷ್ಟೋ ತಗ್ಗಿನಲ್ಲಿ ಗಗನಚುಕ್ಕಿಯಲ್ಲಿ ಧುಮುಕಿದ ನೀರು ಹೊಳೆಯಲ್ಲಿ ಹರಿಯುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಹೊಳೆಯ ಎಡದಡದಲ್ಲಿ ಕಡಿದಾದ ದಡ. ಮೇಲುಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಫೋರ್‌ಬೆ. ಹೀಗೆ ಅನ್ಯೋನ್ಯ ಸಂಬಂಧ. ಫೋರ್‌ಬೆ ಕೊಳದಿಂದ ಉಕ್ಕಿನ ಹೆಬ್ಬಾಗಿಲುಗಳ ಮೂಲಕ ಒಂದು ಮಾರು ಅಗಲವಿರುವ ಉಕ್ಕಿನ ಕೊಳಾಯಿಗಳು (Penstock pipes) ಕಡಿದಾದ ಹೊಳೆಯ ದಡದಮೇಲೆ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಇಳಿಯುತ್ತವೆ. ಶಿವನಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಕೊಳಾಯಿಗಳು ನಾಲ್ಕು ಇವೆ. ಇಳಿಜಾರಿನಲ್ಲಿ ಕೊಳಾಯಿ ಸಾಲಿನ ಉದ್ದ ೮೦೦ ಅಡಿ. ಫೋರ್‌ಬೆ ಮಟ್ಟಕ್ಕೂ, ಕೆಳಗಡೆ ಮಟ್ಟಕ್ಕೂ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಅಂತರ ೪೧೫ ಅಡಿ.

ಕೆಳಗಡೆ ಉತ್ಪಾದನಾಕೇಂದ್ರ (Generating Station) ಇದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಎರಡು ಭಾಗಗಳಿವೆ. ಒಂದು ನೀರ್ಗಾಲಿ (Turbine). ಇದರ ರಚನೆಯನ್ನು ಹಿಂದೆಯೇ ನೋಡಿದ್ದಾಗಿದೆ. ಇದು ಮೇಲಿನಿಂದ ಬೀಳುವ ನೀರಿನ ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು, ಅಕ್ಷದಸುತ್ತ ತಿರುಗುವ ನೀರ್ಗಾಲಿಯಲ್ಲಿ, ಚಲನಶಕ್ತಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿಯೇ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸುತ್ತದೆ. ಎರಡನೆಯ ಭಾಗ ನೀರ್ಗಾಲಿಯ ಅಚ್ಚಿಗೇ ಜೋಡಿಸಿದ, ಇದರೊಡನೆ ತಿರುಗುವ ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದಕ ಯಂತ್ರ. ಫ್ಯಾರಡೆ ಮಹಾಶಯನು ನಿರ್ಮಿಸಿದ ಡೈನಾಮೊ ಮಾದರಿಯ ದೊಡ್ಡದೂ ನವೀನವೂ ಆದ ಯಂತ್ರ ಈ ಜನರೇಟರ್ ಈ ಯಂತ್ರವು ನೀರ್ಗಾಲಿಯ ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಚಲಿಸುವ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಸಹಾಯದಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ತಿಗೆ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ ಜನಕದಲ್ಲಿಯೂ ಎರಡು ಭಾಗಗಳಿವೆ. ಒಂದು ನೀರ್ಗಾಲಿಯ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ತಿರುಗುತ್ತಿರುವ ಆವರ್ತಕ (Rotor)ದಲ್ಲಿರುವ ದೊಡ್ಡ ಅಯಸ್ಕಾಂತ. ಅದು ತಿರುಗಿದಾಗ ಕಾಂತಶಕ್ತಿಯ ರೇಖೆಗಳೂ ತಿರುಗುತ್ತವೆ. ಆವರ್ತಕದ ಹೊರಗಡೆ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವ ಭಾಗದಲ್ಲಿ (Stator) ತಾಮ್ರದ ತಂತಿಯ ಸುರಳಿಗಳು, ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕಗಳು (Conductors) ಇರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಕಾಂತಶಕ್ತಿಯ ರೇಖೆಗಳು ಕತ್ತರಿಸಿದಾಗ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ನಿಯಮಗಳಿಗನುಸಾರವಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಮಟ್ಟ : ಶಿವನಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿ ಆವರ್ತ ವಿದ್ಯುತ್ತು ೨೫ ಆವರ್ತ (Cycle) ಗಳುಳ್ಳದ್ದು. ಇದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೨೫ × ೨ = ೫೦ ಸಾರಿ ಶೂನ್ಯವಾಗಿ ಮತ್ತೆ ಬೆಳೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಮೂರು ನೆಲೆ (Phase)ಗಳಿವೆ. ಈ ನೆಲೆಗಳ

ಸ್ಥಾಪನೆಯಾಗುವುದಕ್ಕಾಗಿ ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದಕದಲ್ಲಿ ಹೊರಗಡೆಯ ಸ್ಥಿರಭಾಗದ (Stator) ತಾಮ್ರದ ಸುರಳಿಗಳು (coils) ಮೂರು ಭಾಗಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುದು ೨೩೦೦ ವೋಲ್ಟ್ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ. ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಮಟ್ಟವೆಂದರೇನು? ಪರಿಮಾಣ (Quantity) ಕ್ಕೂ ಅದಕ್ಕೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೇನು? ಇದನ್ನು ಎರಡು ಉದಾಹರಣೆಗಳಿಂದ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಚಾಮುಂಡಿ ಬೆಟ್ಟದ ಮೇಲಿನ ಕೊಳದ ಮಟ್ಟ ಹೆಚ್ಚು. ನೀರಿನ ಪರಿಮಾಣ ಕಡಿಮೆ. ಕನ್ನಂಬಾಡಿಯ ನೀರಿನ ಪರಿಮಾಣ ಹೆಚ್ಚು, ಮಟ್ಟ ಕಡಿಮೆ. ಒಂದು ಬಟ್ಟಲು ಕುದಿಯುವ ನೀರಿನ ಶಾಖದ ಮಟ್ಟ ಹೆಚ್ಚು, ಪರಿಮಾಣ ಕಡಿಮೆ. ಕೆರೆಯ ನೀರಿನ ಶಾಖ ಕಡಿಮೆ, ಪರಿಮಾಣ ಹೆಚ್ಚು. ಹೆಚ್ಚು ಮಟ್ಟದ ಪ್ರವಾಹ ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕದಾದರೂ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಕೆಳಮಟ್ಟದ ಪ್ರವಾಹ ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾದರೂ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಹತ್ತುವುದಿಲ್ಲ. ಹಾಗೆಯೇ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಮಟ್ಟವು ಅದರ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಪರಿಮಾಣವು ಕಂಡಹಾಗೆಯೇ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಮಟ್ಟವನ್ನು ವೋಲ್ಟುಗಳಲ್ಲಿ ಅಳೆಯುತ್ತಾರೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಪರಿಮಾಣವನ್ನು ಆ್ಯಂಪೇರುಗಳಲ್ಲಿ ಅಳೆಯುತ್ತಾರೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಹರಿಯುವುದಕ್ಕೆ ಇರುವ ಅಡಚಣೆಯನ್ನು (Resistance) ಓಮ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಅಳೆಯುತ್ತಾರೆ. ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ವ್ಯಾಟುಗಳಲ್ಲಿ ಅಳೆಯುತ್ತಾರೆ. ನಮ್ಮ ಮನೆಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಒಂದು ಗಂಟೆಗೆ ಎಷ್ಟು ಕಿಲೋವ್ಯಾಟುಗಳು (ಕಿಲೋವ್ಯಾಟು=೧೦೦೦ ವ್ಯಾಟು) ಹರಿ

ದಿವೆ ಎಂದು ಅಳೆಯುತ್ತಾರೆ. ಒಂದು ಜೂಲ್ ಶಕ್ತಿಯು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಹರಿದರೆ ಒಂದು ವ್ಯಾಟ್ ಆಗುತ್ತದೆ. ಹಿಂದೆ ನಾವು ನೋಡಿದ ಅಶ್ವಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ೭೪೬ ವ್ಯಾಟುಗಳಿವೆ. ಒಂದು ಆ್ಯಂಪೇರ್ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಒಂದು ಓಮ್‌ನಷ್ಟು ಅಡಚಣೆಗೆ ಎದುರಾಗಿ ಹರಿದಾಗ ಒಂದು ಜೂಲ್‌ನಷ್ಟು ಶಕ್ತಿ ವ್ಯಯವಾಗುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಪರಿಮಾಣವು ಒಂದು ಆ್ಯಂಪೇರ್ ಆಗಿದ್ದು, ಅದು ಒಂದು ಓಮ್‌ನಷ್ಟು ಅಡಚಣೆಗೆ ಎದುರಾಗಿ ಹರಿದಾಗ ಅವುಗಳ ಲಬ್ಧವೇ ಒಂದು ವೋಲ್ಟ್ ಪ್ರಮಾಣದ ಶಕ್ತಿ. ಇದೇ ಪ್ರವಾಹದ ತೀವ್ರತೆಯ ಅಳತೆ ಗೋಲು. ಒಂದು ವ್ಯಾಟಿನ ಮಟ್ಟದ ಪ್ರವಾಹವನ್ನೂ ಒಂದು ಆ್ಯಂಪೇರ್ ಮಟ್ಟದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನೂ ಗುಣಿಸಿದರೆ ಲಬ್ಧವಾಗುವುದೇ ಒಂದು ವ್ಯಾಟ್ ಎಂಬ ಕೆಲಸದ ಅಳತೆ ಗೋಲು. ಹೀಗೆ ಈ ಗುಣಗಳು ಅನ್ಯೋನ್ಯ ಸಂಬಂಧಿಗಳಾಗಿವೆ. ಈ ಹೆಸರು ಪ್ರಸಿದ್ಧ ನಿರ್ಮಾಪಕರ ಹೆಸರುಗಳನ್ನು ಶಾಶ್ವತಗೊಳಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಬಂದಿದೆ.

ವಿದ್ಯುತ್‌ಜನಕವಲ್ಲಿ ಹೀಗೆ ೨೩೦೦ ವೋಲ್ಟ್ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಪರ್ಯಾಯ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಶಿವನಸಮುದ್ರದಿಂದ ಮೈಸೂರು, ಬೆಂಗಳೂರು, ಕೋಲಾರದ ಚಿನ್ನದ ಗಣಿ, ಮುಂತಾದ ಈ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಕೇಂದ್ರಗಳಿಗೆ ರವಾನಿಸಬೇಕು. ಈ ಕೆಲಸವನ್ನು ಹೆಜ್ಜೆ ಹೆಜ್ಜೆಗೂ ಬಹಳ ಹುಷಾರಾಗಿ ಮಾಡಬೇಕು. ಏಕೆಂದರೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಟ್ಟದ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ತಕ್ಕಂತೆ, ಅದರ ತೀವ್ರತೆಯಿಂದ ಅಪಾಯಗಳೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿವೆ. ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಎಲ್ಲಿಯೂ ಈ ಪ್ರವಾಹವು ಕೊಂಚವೂ ಸೋರದ ಹಾಗೆ, ಅಪಾಯದಿಂದ ದೂರವಾಗಿ ನಿಂತು

ನಿಯಂತ್ರಣಮಾಡಿ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಸಾಗಿಸಬೇಕು. ಇದು ಒಂದು ನಾಗರಹಾವನ್ನು ನಮ್ಮ ಇಷ್ಟಕ್ಕೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಸೆಳೆದುಕೊಂಡು ಹೋದ ಹಾಗೆ. ಯಾವ ಗಳಿಗೆಗೆ ಏನೋ! ಎಂಬ ಭಯವು ವಿದ್ಯುದ್ಯಂತ್ರಶಿಲ್ಪಿಗೆ ಸದಾ ಸನ್ನಿಹಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಶಕ್ತಿಯ ಗುಣಗಳ ಸಮಗ್ರ ಪರಿಜ್ಞಾನದಿಂದ ಯುಕ್ತಿಯಿಂದ, ಜಾಗರೂಕನಾಗಿ ಮುಂದೆ ಹೋಗಬೇಕು. ಇದೂ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಅಸಿಧಾರಾವ್ರತ. ಇಂಥ ಉಗ್ರವ್ರತವನ್ನು ಸಾಧಿಸಿದಾಗಲೇ ಸಾರ್ವಜನಿಕ ಕಲ್ಯಾಣವಾಗುವುದು. ಬೆಂಜಮಿನ್ ಫ್ರಾಂಕ್‌ಲಿನ್ ಸಿಡಿಲನ್ನು ಗಾಳಿಯ ಪಟದಿಂದ ಹಿಡಿಯಲು ಹೋದಾಗ ಬದುಕಿ ಉಳಿದದ್ದು ಆಕಸ್ಮಿಕವಾಗಿ. ಇಂದಿಗೂ ಏನನ್ನೂ ಅರಿಯದ ಮಕ್ಕಳು ಆಟವಾಡುತ್ತಿರುವಾಗ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಸೋಕಿ ಪ್ರಾಣತ್ಯಾಗಮಾಡಿರುವ ದುರ್ಘಟನೆಗಳು ಎಷ್ಟೋ! ಬದುಕಬೇಕೆಂಬ ಆಸೆಯುಳ್ಳವರು ಈ ಬೆಂಕಿಗಿಂತ ಉಗ್ರವಾದ ಶಕ್ತಿಯೊಡನೆ ಸರಸವಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ.

ಸ್ವಿಚ್ : ವಿದ್ಯುತ್‌ಜನಕದಿಂದ ಹೊರಗೆ ಬರುವ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಬೇಕಾದಾಗ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಹೋಗುವುದಕ್ಕೆ ಬಿಡಬೇಕು, ಬೇಡವಾದಾಗ ಅದನ್ನು ತಡೆಯಬೇಕು. ಇದು ಮಹಾ ಪ್ರಯಾಸದ ಕೆಲಸ. ತಂತಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಅದರ ಹಿಂದೆ ವಿದ್ಯುತ್‌ಜನಕದ ಅಪಾರವಾದ ಬಲವಿರುತ್ತದೆ. ತಡೆಯು ಬಲವಾಗಿರಬೇಕು. ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ತಡೆಯುವುದಕ್ಕೆ ಹೋಗಿ ಸಫಲವಾಗದೆ ಹೋದರೆ ತಡೆಗೆ ಅಡ್ಡವಾಗಿ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಪ (Arc) ದ ಪ್ರಯೋಗವಾಗುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಪದ ಶಾಖದ ಖರತ್ವವು (Temperature) ಅಗಾಧವಾದದ್ದರಿಂದ, ಅದು ಮುಟ್ಟಿದ್ದೆಲ್ಲಾ ಕರಗಿ ನೀರಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಆಕಸ್ಮಿಕ

ಗಳು ಆಗದಂತೆ ಭದ್ರವಾಗಿ ತಡೆಯಿರಬೇಕು. ಇದು ಒಂದ ಭಾರಿ ಕೀಲುಗುಂಡಿ (Switch). ಇದರಲ್ಲಿ ಪ್ರವಾಹ ಮಾರ್ಗ (Circuit)ಕ್ಕೆ ಅಡ್ಡವಾಗಿ, ವಿಸ್ಫುಲಿಂಗ ನೆಗೆಯಲಾರದಷ್ಟು ದೂರ ಗಾಳಿಯ ಕಂಡಿಯನ್ನು ಬಿಟ್ಟಿರುತ್ತಾರೆ. ತಡೆಗೆ ಶ ಎಷ್ಟು ಮುಖ್ಯವೋ, ಚುರುಕೂ ಅಷ್ಟೇ ಮುಖ್ಯ. ೨೫ ಆ ರ್ತದ ಪರ್ಯಾಯ ಪ್ರವಾಹವು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೫೦ ಸಾರಿ ನಂದ ವುದೆಂದು ಕಂಡಿದ್ದೇವೆ. ಹೀಗೆ ನಂದಿದ ಕ್ಷಣವನ್ನು ಕಾದಿ ತಡೆಯು ತನ್ನ ಕೆಲಸವನ್ನು ಪೂರೈಸಿ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ತ ಗಟ್ಟಬೇಕು.

ರಕ್ಷಕ ಸಲಕರಣೆ : ಈ ತಡೆಯು ಯಾವಾಗ ಕೆಲಸಮಾಡು ತ್ತದೆ? ಎಂದು ಕೇಳಬಹುದು. ಶಿವನಸಮುದ್ರಕ್ಕೆ ಎಷ್ಟೊ ಮೈಲಿ ದೂರದ ಕಾಡಿನಲ್ಲಿ, ಬೆಂಗಳೂರಿನ ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ತಂತಿಗ ಮೇಲೆ ಮರ ಬಿದ್ದು, ಅಥವಾ ಬಲವಾದ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದ ತಂತಿಯ ಮೇಲೆ ಇನ್ನೊಂದು ಬಿದ್ದರೆ ಕೂಡಲೆ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಕಿ ಗಳು ಏಳುತ್ತವೆ. ಆ ಜಾಗದಲ್ಲಿ ಯಾರೂ ಇಲ್ಲದೆಹೋದರು ಸುಮಾರಾಗಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ, ಎಂದರೆ ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿ ೧,೮೬,೩೨೫ ಮೈಲಿಗಳ ವೇಗದಲ್ಲಿ ತಂತಿಯ ಮೇಲೆ ಈ ಸಮಾ ಚಾರವು ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕದ ಕಡೆಗೆ ಹರಿದು ಒಂದು ರಕ್ಷ ಸಲಕರಣೆಯನ್ನು ತಲಪಿ ಪ್ರವಾಹ ಮಾರ್ಗವನ್ನು ಸ್ವಯಂಚ (Auto-matic) ಯಾಗಿ ಪ್ರತಿಬಂಧಿಸುತ್ತದೆ. ಆಗ ತಂತಿಯ ರಸ (Juice) ನಿಂತು ಗುದ್ದಗಳ ಆಚೆಗೆ ಹತ್ತಿದ ಕಿಡಿಗಳು ಆರ ತ್ತವೆ. ಈ ಸಲಕರಣೆಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ತಂತಿಗೆ ಕಾವಲುಗಾರರಿದ ಹಾಗೆ. ಜೀವಂತ ಕಾವಲುಗಾರರಂತೆ ಇವು ನಿದ್ದೆಯನ್ನ ಯುವು. ಏನು ಅನಾಹುತವಾಗುವುದೋ ಎಂದು ಸದಾ

ಎಚ್ಚರವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಎಷ್ಟೋ ತಿಂಗಳಕಾಲ, ಎಷ್ಟೋ ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ಇವು ಕೆಲಸ ಮಾಡುವ ಪ್ರಮೇಯವೇ ಬರದೆ ಇರಬಹುದು. ಆದರೂ ಕಾದಿರುತ್ತವೆ. ಮಿಲ್ಟನ್ ಕವಿಯ "They also serve who only stand and wait" ಎಂಬ ಜಾತಿಗೆ ಈ ಮೂಕ ಸಲಕರಣೆಗಳು ಸೇರಿವೆ.

ಪರಿವರ್ತಕ : ಈ ಕೀಲುಗುಂಡಿಗಳನ್ನು ದಾಟಿದ ಮೇಲೆ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಪರಿವರ್ತಕ (Transformer) ಗಳನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿ ಅದರ ಒತ್ತಡವನ್ನು ೨೩೦೦ ವೋಲ್ಟಿನಿಂದ ೭೬,೦೦೦ ವೋಲ್ಟುಗಳಿಗೆ ಹೆಚ್ಚಿಸಿ ಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಅದಕ್ಕೆ ತಕ್ಕಹಾಗೆ ಅದರ ಪರಿಣಾಮವು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಅದರ ಮಟ್ಟವು ಹೆಚ್ಚಿದಾಗ ದೂರ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ, ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ಪೋಲಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯು ಪ್ರವಾಹದ ವರ್ಗಕ್ಕೆ $(\text{Current})^2$ ಅನುಸಾರವಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಅದನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಹೀಗೆ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಏರಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಸಿಡಿಲಿನ ಭಯ ನಿವಾರಣೆ: ಮೇಲಿನಮಟ್ಟದ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಒಯ್ಯುವ ತಾಮ್ರದ ತಂತಿ ಸಾಲುಗಳಿಗೆ ಇರುವ ಭಯಗಳಲ್ಲಿ ಸಿಡಿಲಿನ ಭಯವು ಮಿಕ್ಕೆಲ್ಲ ಭಯಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿನದು. ಸಿಡಿಲು ವಿದ್ಯುತ್ತೆಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಬೆಂಜಮಿನ್ ಫ್ರಾಂಕ್‌ಲಿನ್ ಅದರಿಂದ ತಂತಿಯ ಸಾಲಿಗೆ ಅಪಾಯವಾಗದ ಹಾಗೆ ಒಂದು ಉಪಾಯವನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಎತ್ತರವಾದ ಕಟ್ಟಡಗಳಿಗೆ ಸಿಡಿಲಿನಿಂದ ರಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ಹೇಗೆ ಕೊಡುತ್ತಾರೆಂದು ನೋಡಿದ್ದೇವೆ. ಕಟ್ಟಡದ ತುದಿಗಿಂತಲೂ ಕೊಂಚ ಎತ್ತರವಾಗಿ ಚೂಪಾದ ತಾಮ್ರದ ಮುಳ್ಳುಗಳನ್ನು ನಾಲ್ಕು ಕಡೆಯೂ ಮೇಲು ಮುಖವಾಗಿ ನಿಲ್ಲಿಸಿ ಅಲ್ಲಿಂದ ನೆಲದವರೆಗೂ

ತಾಮ್ರದಪಟ್ಟಿಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸುತ್ತಾರೆ. ಚೂಪಾದ ಮುಳ್ಳು
ಗಳ ಕಡೆಗೆ ಆಕರ್ಷಿತವಾದ ಸಿಡಿಲು ಭೂಮಿತಾಯಿಯ ಮಡಿ
ಲೊಳಕ್ಕೆ ಗಲಾಟೆ ಮಾಡದೆ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು
ಒಯ್ಯುವ ತಂತಿ ಸಾಲುಗಳಲ್ಲಿ, ಕಂಬಗಳ ಮೇಲುಗಡೆಯ ತಂತಿ
ಸಾಲುಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಎತ್ತರವಾಗಿ ಮತ್ತೊಂದು ತಂತಿಯನ್ನು
ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಎಳೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ತಂತಿಯ ಮೇಲೆ ಸಿಡಿಲು ತನ್ನ
ಕ್ರೋಧವನ್ನೆಲ್ಲಾ ತೀರಿಸಿ, ತೆಪ್ಪಗೆ ಉಕ್ಕಿನಕಂಬಗಳ ಮೇಲೆ ಕೆಳ
ಗಿಳಿದು ಭೂಗತವಾಗುತ್ತದೆ. ತಂತಿ ಸಾಲು ಕ್ಷೇಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಸಿಡಿಲು ವಿದ್ಯುತ್ತಾದ ಮೇಲೆ ಅದು ತಂತಿಗೆ ಬಡಿದರೆ
ಬೇಕಾದಷ್ಟು ಬಿಟ್ಟಿ 'ರಸ' ಗಿಟ್ಟುವಂತೆ ಕಾಣಬಹುದು.
ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಇದರಿಂದ ನಷ್ಟವೇ ಹೊರತು ಲಾಭವಿಲ್ಲ.
ಒಂದು ಬಟ್ಟಲು ತುಂಬ ನೀರನ್ನು ತುಂಬಿಟ್ಟು ಅದರ
ಮೇಲೆ ಒಂದು ಬಕೆಟ್ ನೀರನ್ನು ಸುರಿದರೆ ಏನಾಗುತ್ತದೆ?
ಬಟ್ಟಲಿನಲ್ಲಿದ್ದ ನೀರೂ ಚೆಲ್ಲಿ, ಸುರಿದು ಹೋಗುತ್ತದೆ. ತಂತಿಯ
ವಿಚಾರವೂ ಹಾಗೆಯೇ. ಸಿಡಿಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ತೆಲ್ಲಾ ನಿರೋಧಕ
ಗಳ (Insulators) ಮೇಲೆ ಚೆಲ್ಲಿ, ಉಕ್ಕಿನ ಕಂಬಗಳಿಂದ
ಭೂಮಿಗೆ ಇಳಿದು ಕಣ್ಮರೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ತಂತಿಯ ಸಾಲಿನ ಮೇಲೆ ಸಿಡಿಲು ಹೊಡೆದರೆ ಅದರ
ಪೆಟ್ಟು ತಂತಿಯ ಮೇಲೆ ಮಾತ್ರ ಬೀಳುವುದಿಲ್ಲ. ಅಷ್ಟು ಉನ್ನತ
ಮಟ್ಟದ ವಿದ್ಯುತ್ತು ತಂತಿಗಳ ಮೇಲೆ ವಿದ್ಯುತ್‌ಜನಕದ ಕಡೆಗೆ
ನಾಗಾಲೋಟ ಓಡುತ್ತದೆ. ಈ ಓಟವನ್ನು ರಕ್ಷಕ ಸಲಕ
ರಣೆಯು ನಿಲ್ಲಿಸಿ ಮೇರೆ ತಪ್ಪಿದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಂಬಗಳ
ಮಾರ್ಗವಾಗಿ ನೆಲಕ್ಕೆ ಸಾಗಿಸುತ್ತದೆ. ಇನ್ನೂ ಮುಂದೆ ದಾಟಿ
ತೆಂದರೆ ವಿದ್ಯುತ್‌ಜನಕಗಳ ಬಳಿ ಇರುವ ಸ್ವತಃ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿ

ಕಾವಲುಗಾರರು ನಿಲ್ಲಿಸಿ ಯಂತ್ರಗಳ ಕಡೆ ನುಗ್ಗದಂತೆ ತಡೆಯುತ್ತಾರೆ.

ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುವುದು ಹೇಗೆ? ಎಂದರೆ, ಹಿಂದೆ ಕೊಟ್ಟ ನೀರಿನ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಸ್ಮರಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ತಿಪ್ಪಗೊಂಡನ ಹಳ್ಳಿಯಿಂದ ಬೆಂಗಳೂರಿಗೆ ಏರುವ ನೀರನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿನ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ, ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಸಾಗಿಸಿದರೆ ಕೊಳಾಯಿಯ ಅಳತೆ, ಅದರ ಬೆಲೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ದೂರ ಸಾಗಿಸಬೇಕಾದರೆ ಅದರ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಎತ್ತಬೇಕು. ಆಗ ಸಾಗಬೇಕಾವ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಮೊತ್ತ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ, ತಾಮ್ರದ ತಂತಿಯ ದಪ್ಪ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಖರ್ಚು ಉಳಿಯುತ್ತದೆ. ತಾಂತ್ರಿಕ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಮಿತವ್ಯಯ ಮೊಟ್ಟ ಮೊದಲ ಆವಶ್ಯಕ. ಒಂದೇ ಕೆಲಸವನ್ನು ಹತ್ತು ವಿಧಗಳಲ್ಲಿ ಮಾಡುವುದು ಸಾಧ್ಯ. ಯಾವ ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ಮಾಡಿದರೆ ಒಟ್ಟು ತಗಲುವ ಖರ್ಚು ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದೋ ಅದು ಯಂತ್ರಶಿಲ್ಪಿಯ ದಾರಿ. ಮಿತವ್ಯಯದ ವಿಚಾರ ಮಾತನಾಡುವಷ್ಟು ಸುಲಭವಲ್ಲ. ಅದನ್ನು ಸಾಧಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಅಪಾರವಾದ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞಾನ, ದಕ್ಷತೆ, ದೂರದೃಷ್ಟಿ, ಅನುಭವ ಬೇಕು. ಎಲ್ಲಕ್ಕಿಂತಲೂ ಮೇಲಾಗಿ (ಪಾರಮಾರ್ಥಿಕತೆ) ಪ್ರಾಮಾಣಿಕತೆ ಬೇಕು. ಹೇಗಾದರೂ ಮಾಡಿ, ಅಂತೂ ಕೆಲಸ ಮುಗಿಯಿತು, ಎನ್ನುವುದ ಯಂತ್ರಶಿಲ್ಪಿಗೆ ತರವಲ್ಲ. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಯಂತ್ರಗಳ ವಿನ್ಯಾಸಕ್ರಮ, ರಚನಾಕ್ರಮ, ಇವನ್ನು ನಿಷ್ಕರ್ಷೆ ಮಾಡಬೇಕಾದರೆ ತಾಂತ್ರಿಕ ಪ್ರಾವೀಣ್ಯವೂ ಆವಶ್ಯಕ.

ಪರಿವರ್ತಕ

ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುವ ಯಂತ್ರ
ಪರಿವರ್ತಕ (Transformer) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದು ರಹ
ವಾದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಚಲಿಸು
ಯಂತ್ರಭಾಗ ಒಂದೂ ಇಲ್ಲ. ಇದು ಹೆಚ್ಚು ಶಬ್ದ ಮಾಡುವುದ
ಇಲ್ಲ. ಕೆಲಸಮಾಡುವಾಗ ಸಣ್ಣದಾದ, ಕಿವಿಗೆ ಹಿತವಾ
ಝೇಂಕಾರ ಮಾತ್ರ ಕೇಳಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಎರಡು ಪ್ರತ್ಯೇ
ವಾದ ವಿದ್ಯುತ್‌ಮಾರ್ಗಗಳು (Electric circuit) ಇವೆ. ಅ
ಒಂದಕ್ಕೂ ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೂ ಸಂಬಂಧವಿಲ್ಲ. ಎರಡು ವಿದ್ಯು
ಮಾರ್ಗಗಳೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸುರಳಿಗಳಲ್ಲಿ (Coils) ಸೇರಿರುತ್ತ
ಒಂದನ್ನು ಮೂಲವೆಂದೂ ಇನ್ನೊಂದನ್ನು ಉತ್ಪನ್ನವೆಂದ
ಕರೆಯಬಹುದು. ಎರಡು ಸುರಳಿಗಳನ್ನು ಒಂದು ಕಾ
ಮಾರ್ಗವು (Magnetic Circuit) ಸೇರಿಸುತ್ತದೆ. ಮೂ
ಸುರಳಿಯನ್ನು ಒಂದು ಪರ್ಯಾಯ ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಿದಾ
ಸರಳಿನಲ್ಲಿ (Core) ಪರ್ಯಾಯ ಕಾಂತಶಕ್ತಿ (Circu
flux) ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿ, ಅದು ಉತ್ಪನ್ನ ಸುರಳಿಯ
ಮತ್ತೊಂದು ಮಟ್ಟದ ಪರ್ಯಾಯ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಉತ್ಪ
ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಇದು ಅನ್ಯೋನ್ಯ ಪ್ರೇರಣೆ (Neutr
Induction) ಗೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆ.

ಪರಿವರ್ತಕಗಳಲ್ಲಿ ಮೂರು ವಿಧಗಳಿವೆ. ೧ ಸರ
ನಮೂನೆ (Core Type). ೨ ಚಿಪ್ಪಿನ ನಮೂನೆ (Shell Typ
೩ ಕಾಫಿಬೀಜದ ನಮೂನೆ (Berry Type).

ಪರಿವರ್ತಕದಿಂದ ಹೊರಕ್ಕೆ ಬರುವ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಮಟ್ಟಕ
ಅದರಲ್ಲಿ ಪ್ರವೇಶಿಸುವ ಮಟ್ಟಕ್ಕೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧ

ಪರಿವರ್ತಕ ಪ್ರಮಾಣವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಕೆಲವು ಪರಿವರ್ತಕಗಳು ಕೆಳಮಟ್ಟದಿಂದ ಮೇಲು ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಎತ್ತಿದರೆ, ಇನ್ನು ಕೆಲವು ಮೇಲಿನ ಮಟ್ಟದಿಂದ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಇಳಿಸುತ್ತವೆ. ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕದ ಬಳಿ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ೨೩೦೦ ವೋಲ್ಟಿನಿಂದ ೭೮೦೦೦ ವೋಲ್ಟಿಗೆ ಏರಿಸಿದರೆ, ಬಳಸುವಕಡೆ ಅದನ್ನು ೪೪೦೦ ವೋಲ್ಟಿಗೆ ಮೊದಲು ಇಳಿಸಿ, ಆಮೇಲೆ ಮನೆಯೊಳಕ್ಕೆ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ತರುವಾಗ ಕಂಬದ ಮೇಲೆ ಸಣ್ಣ ಪರಿವರ್ತಕವನ್ನಿಟ್ಟು, ಮತ್ತೆ ೨೨೦ ವೋಲ್ಟಿಗೆ ತಗ್ಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

$$\text{ಪರಿವರ್ತಕ ಪ್ರಮಾಣ} = \frac{\text{ಉತ್ಪನ್ನ ಮಟ್ಟ}}{\text{ಮೂಲಮಟ್ಟ}} = \frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

ಇಲ್ಲಿ ಮೂಲಸುರಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ತಂತಿಯ ಸುತ್ತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ N_1 ವ್ಯುತ್ಪನ್ನ ಸುರಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ತಂತಿಯ ಸುತ್ತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ N_2. ಹೀಗೆ ಎರಡು ಸುರಳಿಗಳಲ್ಲಿರುವ ತಂತಿಯ ಸುತ್ತುಗಳನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ ಇಷ್ಟ ಬಂದಹಾಗೆ ಪರಿವರ್ತಕ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಣ (Control) ಮಾಡಬಹುದು.

೭. ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಸಾಗಣೆ

ಹೀಗೆ ಶಿವನಸಮುದ್ರದ ವಿದ್ಯುತ್‌ಜನಕದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಪರ್ಯಾಯ ಪ್ರವಾಹವು ಕೀಲುಗುಂಡಿಯ ಮೂಲಕ ಪರಿವರ್ತಕಗಳನ್ನು ಹೊಕ್ಕು, ಮಟ್ಟವು ಎತ್ತರವಾಗಿ, ಸಿಡಿಲನ್ನು ತಡೆಯುವ ಉಪಾಯದ ಮಾರ್ಗವಾಗಿ ಕಂಬಗಳ ಮೇಲುಗಡೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಎತ್ತರವಾಗಿ ಎಳೆದಿರುವ ತಾಮ್ರದ ತಂತಿಗಳ ಮೇಲೆ ಮೈಸೂರಿಗೋ ಬೆಂಗಳೂರಿಗೋ ಇನ್ನೆಲ್ಲಿಗೋ ಪ್ರಯಾಣ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ಕಡೆ ಪ್ರವಾಹವು ಮತ್ತೊಂದು ಪರಿವರ್ತಕ

ದಲ್ಲಿ ಹೊಕ್ಕು, ತಗ್ಗಿನ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಪಟ್ಟಣದಲ್ಲಿ ಅಲೆದು, ಇನ್ನು ತಗ್ಗಿನ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಗೃಹಪ್ರವೇಶ ಮಾಡಿ ದೀಪಗಳನ್ನು ಬೆಳಗುತ್ತದೆ.

ಮೀಟರು : ಒಂದು ಮನೆಯಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೋ ಅಷ್ಟಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ದುಡ್ಡನ್ನು ಕೊ ಬೇಕಾದದ್ದು ನ್ಯಾಯ. ಈ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಮನೆ ಮನೆಯಲ್ಲಿಯ ಅಳತೆ ಮಾಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕೆಲಸವನ್ನು ಮೀಟರ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ನೋಡುವುದಕ್ಕೆ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿ ಕಾಣಿಸಿದರ ಅದು ಮಾಡುವ ಕೆಲಸವು ಅದ್ಭುತವಾದುದು. ಅದು ವಿದ್ಯುತ್ತಿ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಆ್ಯಂಪೇರುಗಳಲ್ಲಿಯೂ, ಅದರ ಒತ್ತಡವನ್ನ ವೋಲ್ಟುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಅಳೆದು, ಎರಡನ್ನೂ ಗುಣಾಕಾರಮಾ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಿಲೋವ್ಯಾಟುಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲು ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕುತ್ತ ಎಷ್ಟು ಗಂಟೆಗಳ ಕಾಲ ಈ ಪ್ರವಾಹ ಹರಿದಿದೆಯೋ ಅದರಿಂ ತಿರುಗಿ ಗುಣಾಕಾರಮಾಡಿ ಉತ್ತರವನ್ನು ಕಿಲೋವಾಟ್, ಗಂ ಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕ್ಷಣ ಸಾವಕಾಶವಿಲ್ಲದೆ ಲೆಕ್ಕ ಮಾಡುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ದೀಪದ ಛಾರ್ಜನ್ನು ಆಮೇಲೆ ಒಂದ ಯೂನಿಟ್ಟಿಗೆ ೨೭ ನಯೆಪೈಸೆಗಳ ದರದಲ್ಲಿಯೂ ಶಾಖ ಛಾರ್ಜನ್ನು ಒಂದು ಯೂನಿಟ್ಟಿಗೆ ೬ ನಯೆಪೈಸೆಗ ದರದಲ್ಲಿಯೂ ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಿ ವಸೂಲು ಮಾಡುವುದು ಎಲ್ಲರಿಗ ತಿಳಿದ ವಿಷಯ.

ಫ್ಯೂಸ್ : ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ದೀಪ, ನಲ್ಲಿ ನೀರು, ಇವುಗಳನ್ನು ನಂಬುವ ಹಾಗಿಲ್ಲವೆಂದು ಕೇಳಿದ್ದೇವೆ. ಇದೂ ನಿಜ. ಮದುವೆಯ ಮನೆಯಲ್ಲಿ ರಾತ್ರಿ ಎಲ್ಲರೂ ಊಟಕ್ಕೆ ಕುಳಿತಿರುವಾಗ ಇದ್ದಕ್ಕಿ ದ್ದಂತೆ ದೀಪಗಳೆಲ್ಲಾ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಆರಿಹೋಗುತ್ತವೆ. ಒಂದೊ

ವಾಗಿ ಹೋಗಬಾರದೆ ? ಇಲ್ಲ. ಏನಾಯಿತು ? ಎಂದು ಎಲ್ಲರೂ ಪರಿದಾಡುತ್ತಿರುವಾಗ ಅಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬ ಪಂಡಿತ ಏನನ್ನೋ ನೋಡಿ 'ಫ್ಯೂಸ್ ಹೋಗಿದೆ' ಎಂದು ಹೇಳಿ,ಎಷ್ಟೋ ಹೊತ್ತಿನ ಮೇಲೆ ಹೊಸ ಫ್ಯೂಸನ್ನು ಜೋಡಿಸಿ ಮತ್ತೆ ಬೆಳಕನ್ನು ತರುತ್ತಾನೆ. ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಈ ಹಾಳು ಫ್ಯೂಸಿನ ಮೇಲೆ ದೃಷ್ಟಿ. ಈ ಫ್ಯೂಸ್ ಏನು ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಏಕೆ ಹಾಗೆ ಹೋಯಿತು ? ಎಂದು ಯಾರೂ ಕೇಳುವ ಗೋಜಿಗೆ ಹೋಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಫ್ಯೂಸ್ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದ ಹಾಗೆ ಬೆಳ್ಳಗೆ ಕಾಣುವ ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಲೋಹದ ತಂತಿಯ ಚೂರು. ಅದನ್ನು ಮೀಟರ್ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯ ಹತ್ತಿರ ಪ್ರವಾಹ ಮಾರ್ಗ (Electric Circuit)ದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸುತ್ತಾರೆ. ಮನೆಗೆ ಬರುವ ವಿದ್ಯುತ್ತೆಲ್ಲಾ ಅದರ ಮೂಲಕ ಹಾಯಬೇಕು. ಕಾರಣಾಂತರಗಳಿಂದ ವಿದ್ಯುದ್ಬಲ (Voltage) ಹೆಚ್ಚಾಗಬಹುದು. ಪ್ರವಾಹವೇ ಹೋಗಬೇಕಾದ ದಾರಿಯನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಒಳದಾರಿಯಲ್ಲಿ ಹೋಗಬಹುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಸಮೀಪ ವಿದ್ಯುತ್‌ಮಾರ್ಗ (Short Circuit) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಆಗ ಮಿತಿ ಮೀರಿದ ವಿದ್ಯುದ್ಬಲದ ಪ್ರವಾಹವು ಮನೆಯೊಳಕ್ಕೆ ಬಂದರೆ ಬಲ್ಬುಗಳೆಲ್ಲಾ ಸುಟ್ಟು ಹೋಗಬಹುದು. ಮರದ ಸಂಪರ್ಕವಿರುವ ಕಡೆ ಬೆಂಕಿಯೇ ಹೊತ್ತಬಹುದು. ಏನು ಅನಾಹುತ ಬೇಕಾದರೂ ಸಂಭವಿಸಬಹುದು. ಇವನ್ನೆಲ್ಲಾ ಈ ಧೀರ ಫ್ಯೂಸ್ ಹೇಗೆ ತಪ್ಪಿಸುತ್ತದೆ ? ತಾನೇ ಕರಗಿ ಹೋಗುವುದರಿಂದ ತಪ್ಪಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಆಗ ಪ್ರವಾಹ ಮಾರ್ಗವೇ ಕತ್ತರಿಸಿ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಚಿಕ್ಕ ತೊಂದರೆಯಾಗಿದ್ದರೆ ಬೇರೆ ಫ್ಯೂಸನ್ನು ಹಾಕಿದರೆ ನಿಂತಿರುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲದೆ ಹೋದರೆ ಎಲ್ಲಿ ತೊಂದರೆಯಾಗಿದೆಯೋ ಅಲ್ಲಿ ನಿವಾರಣೆಯಾಗುವವರೆಗೂ

ನೀವು ಹಾಕುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ತಂತಿಯೂ ನಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ.. ಅನಂತರ ಬೇರೆ ಎಲ್ಲಿಯೋ ತೊಂದರೆ ಒದಗಿರಬಹುದೆಂದು ನಾವು ಎಚ್ಚರಗೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆ.

ಇಂಥ ರಕ್ಷಕ ಸಲಕರಣೆಗಳು ಇಲ್ಲದೆ ಹೋದರೆ ಈ ರಾಕ್ಷಸ ಯಂತ್ರದ ಬಲವನ್ನು ಮಾನವನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಬಾಳುವುದು ಆಗದ ಮಾತು. ಈ ಅತಿಬಲಕ್ಕೆ ಬುದ್ಧಿ ನೆಟ್ಟಗೆ ಇರುವವರೆಗೂ ಚಿಂತೆಯಿಲ್ಲ. ಏನಾದರೂ ಹುಚ್ಚು ತಿರುಗಿದರೆ ಅದು ಮಾಡ ಲಾರದ ಅನಾಹುತವಿಲ್ಲ. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿಯೂ ಆಪತ್ತನ್ನು ನಿವಾರಿಸುವ ಸಲಕರಣೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿಸಿಕೊಂಡು ಬಾಳಬೇಕು. ಆದರೂ ಆಕಸ್ಮಿಕ ತೊಂದರೆ ಒಂದೊಂದು ವೇಳೆ ತಪ್ಪಿದ್ದಲ್ಲ.

ಕೀಲುಗುಂಡಿ: ಮನೆಯೊಳಗೆ ದೀಪವನ್ನು ಹತ್ತಿಸುವ ಕೀಲು ಗುಂಡಿಯು (Switch) ಕೋಟೆಯ ಹೊರಗಿನ ಕಂದಕದ ಮೇಲಿನ ಎಳೆಸೇತುವೆಯ (Drawbridge) ಹಾಗೆ. ಸೇತುವೆ ಯನ್ನು ಒಳಕ್ಕೆ ಎಳೆದುಕೊಂಡರೆ ಯಾರೂ ಕೋಟೆಯೊಳಕ್ಕೆ ಬರುವ ದಾರಿಲ್ಲ. ಹಾಗೆಯೇ ಈ ಕೀಲುಗುಂಡಿಯನ್ನು ಕೆಳಕ್ಕೆ ತಳ್ಳಿದರೆ ಒಳಗಡೆ ಇರುವ ಎರಡು ಲೋಹದ ಚೂರುಗಳಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕವಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಒಳಗೆ ಬರುತ್ತದೆ.

ಈ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಸ್ವಭಾವವೇನು? ಇದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಗಳ ಪಂಕ್ತಿಯೆಂದು ಆಗಲೇ ನೋಡಿದ್ದೇವೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪದಾರ್ಥದ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿಯೂ ಎಲಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿರುತ್ತವೆ ಯೆಂದೂ ಕಂಡಿದ್ದೇವೆ. ಆದರೆ ಅವು ತಾಮ್ರದ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ತಂತಿ ಯಲ್ಲಿ ಏಕೆ ಓಡಬೇಕು? ಅದು ಕಾಂತಶಕ್ತಿ (magnetism) ಯ ಕೆಲಸ. ಒಂದು ಅಯಸ್ಕಾಂತ (magnet) ದ ಸುತ್ತಲೂ

ದಿಷ್ಟವಾದ, ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣದ ತ್ರಾಣರೇಖೆಗಳು (Lines of force) ಇರುವುದೆಂದು ತಿಳಿದಿದ್ದೇವೆ. ಈ ತ್ರಾಣವು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿಗೆ ತಗಲಿದಾಗ ಅವು ತಂತಿಯಲ್ಲಿ ದೌಡಾಯಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭ. ಈ ಚಲನೆಯಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಎಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ವಿದ್ಯುತ್‌ಜನಕದಲ್ಲಿ ಅಯಸ್ಕಾಂತವು ಸ್ಥಿರವಾದ ತಂತಿಯ ಸುರುಳಿಗಳ ಒಳಗಡೆ ಅವಕ್ಕೆ ತಗಲದ ಹಾಗೆ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡುತ್ತದೆಯೋ, ಅಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಅವೆರಡಕ್ಕೂ ಮಧ್ಯೆ ಇರುವ ಸಣ್ಣ ಉಂಗುರದಾಕಾರದ ಜಾಗದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಉತ್ಪತ್ತಿಗೆ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವೂ ಬೇಕು. ಅದರ ಚಲನೆಯೂ ಬೇಕು. ಒಂದುಸಾರಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಓಡಲು ಪ್ರಾರಂಭ ಮಾಡಿದರೆ ಅವನ್ನು ನಾವು ಎಲ್ಲಿಗೆ ಬೇಕೆಂದರೆ ಅಲ್ಲಿಗೆ ತಾಮ್ರದ ತಂತಿಗಳ ಮೇಲೆ ಸಾಗಿಸಬಹುದು. ತಂತಿಗಳು ಹೋದಲ್ಲಿಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಹೋಗುತ್ತದೆ.

ತಾಮ್ರ : ಈ ತಾಮ್ರವು ಮಾನವನ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ಪೂಜ್ಯವಾದ ಲೋಹ. ನಮ್ಮ ನಾಗರಿಕತೆಯಲ್ಲಿ ನವ ಶಿಲಾಯುಗವು ಮುಗಿಯುತ್ತಲೇ, ಕಂಚಿನ ಯುಗದಲ್ಲಿ ಪ್ರಗತಿಯ ಧಾಟಿಯು ಚುರುಕಾಯಿತು. ತಾಮ್ರಕ್ಕೆ ಕೊಂಚ ತವರವನ್ನು ಬೆರಸಿ ಕಂಚು ತಯಾರು ಮಾಡಿದರು. ಇಂದು ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಯುಗದಲ್ಲಿ ಅಚ್ಚ ತಾಮ್ರವೇ ನಾಗರಿಕತೆಯನ್ನು ಬೆಳೆಸುತ್ತಿದೆ. ಇದೇ ತಾಮ್ರದಿಂದ ತಂತಿಗಳನ್ನು ಎಳೆದು ಒಂದೊಂದು ಕೆಲಸಕ್ಕೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಅಳತೆಯ ತಂತಿಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ವಿದ್ಯುತ್‌ಜನಕಗಳಲ್ಲಿಯೂ, ದೊಡ್ಡ ಪರಿವರ್ತಕಗಳಲ್ಲಿಯೂ, ದಪ್ಪವಾದ ಗಟ್ಟಿಯಾದ ತಂತಿಯ ಸುರಳಿಗಳನ್ನು ಉಪಯೋ

ಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಒಂದು ಕಡೆಯಿಂ
ಇನ್ನೊಂದು ಕಡೆಗೆ ಸಾಗಿಸುವ ತಂತಿಗಳು ಇನ್ನೂ ಸ
ದಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಮೇಜಿನ ದೀಪಗಳಿಗೆ ಬರುವ ತಂತಿಗಳನ
ಸಣ್ಣ ಎಳೆಗಳಿಂದ ಹೊಸೆದು ಬಳುಕುವ ಹಾಗೆ ಮಾಡಿರುತ್ತಾ
ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಒಲೆಗಳಿಗೆ, ಬಳಸುವ ತಂತಿಗಳಿಗೆ, ಶಾಖವನ್ನು ತ
ಯುವ ಹಾಗೆ ಕಲ್ನಾರಿನ ಕೋಶವಿರುತ್ತದೆ. ರೇಡಿಯ
ಗ್ರಾಹಕದಲ್ಲಿ ಕಾಮನ ಬಿಲ್ಲಿನ ಬಣ್ಣಗಳ ತಂತಿಗಳನ್ನು ಕಾ
ಬಹುದು. ಅದರಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ವಿದ್ಯುತ್ಮಾರ್ಗಗಳು, ಕೋ
ಗಳು, ಸಂಗ್ರಾಹಕಗಳು, ನಿರೋಧಕಗಳು ಇರುತ್ತ
ಒಂದೊಂದು ಬಣ್ಣದ ತಂತಿಯೂ ಒಂದೊಂದು ಯಂತ್ರಭಾಗ
ಹೋಗುವುದರಿಂದ, ಭಾಗಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು ಸುಲ
ವಾಗುತ್ತದೆ.

ಮೈಸೂರಿನ ವಿದ್ಯುತ್ಕೇಂದ್ರಗಳು—ಶಿವನಸಮುದ್ರದ
ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಉತ್ಪಾದನೆಮಾಡುವ ಯೋಜನೆಯನ್ನು ೧೮೯
ರಲ್ಲಿ ಸರ್ ಕೆ. ಶೇಷಾದ್ರಿ ಅಯ್ಯರವರ ದಿವಾನಗಿರಿಯಲ್ಲಿ ರಚಿ
ಲಾಯಿತು. ಕೆಲಸಗಳು ಮಾರನೆಯ ವರ್ಷ ಪ್ರಾರಂಭವಾದವ
೧೯೦೨ ನೆಯ ಮಾರ್ಚಿ ತಿಂಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಉತ್ಪಾ
ಮಾಡಿ, ಅದನ್ನು ಕೋಲಾರದ ಚಿನ್ನದ ಗಣಿಗಳ
ಸಾಗಿಸಿ, ಗಣಿ ಕೆಲಸಮಾಡುವಂತೆ ಮಾಡಲಾಯಿತ
ಅನಂತರ ಬೆಂಗಳೂರು ನಗರಕ್ಕೆ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ದೀಪಗ
ಬಂದವು. ಆದರೂ ಹೆಚ್ಚು ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಆವಶ್ಯಕತೆಯಿತ್ತು
ಆದರೆ ಕಾವೇರಿ ನದಿಯಲ್ಲಿ ಬೇಸಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಹರಿಯು
ನೀರು ಸಾಕಷ್ಟು ಇರಲಿಲ್ಲ. ಶಿವನಸಮುದ್ರಕ್ಕೆ ಹೆಚ
ನೀರನ್ನು ಒದಗಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿಯೂ, ಮಂಡ್ಯದ ಜಮೀನುಗ

ನೀರನ್ನು ಒದಗಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿಯೂ ಸರ್ ಎಂ. ವಿಶ್ವೇಶ್ವರಯ್ಯನವರ ದಿವಾನಗಿರಿಯಲ್ಲಿ ೧೯೧೧ ರಲ್ಲಿ ಕೃಷ್ಣರಾಜಸಾಗರದ ನಿರ್ಮಾಣ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿ ಶಿವನಸಮುದ್ರಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದಷ್ಟು ನೀರನ್ನು ಒದಗಿಸಿತು. ಶಿವನಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿಯೂ, ೧೯೩೭ ರಲ್ಲಿ ಶಿಂಶಾಪುರದಲ್ಲಿಯೂ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿದರು. ಈ ವಿದ್ಯುತ್ತೂ ಸಾಲದೆ ಬಂದು ೧೯೪೮ ರಲ್ಲಿ ಜೋಗ್‌ನಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಉತ್ಪಾದನೆಮಾಡಿದ್ದಾಯಿತು. ಈಗ ಅದೂ ಸಾಲದಾಗಿದೆ. ಹೊನ್ನೆಮರಡಿನ ಯೋಜನೆ ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ.

೮. ಶರಾವತಿಯ ವಿದ್ಯುದ್ಯೋಜನೆ

ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಉತ್ಪಾದನೆಮಾಡುವ ಸಮಗ್ರ ಯೋಜನೆಯ ಉದಾಹರಣೆಗಾಗಿ ಶರಾವತಿಯ ಜಲಪಾತದ ಯೋಜನೆಯ ಸ್ಥೂಲವಾದ ಪರಿಚಯವನ್ನು ಮಾಡಿಕೊಡಬಹುದು.

ಜೋಗದ ಜಲಪಾತವು ಜಗದ್ವಿಖ್ಯಾತವಾದ ನಿಸರ್ಗ ಸುಂದರವಾದ ದೃಶ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಯಾವ ಯೋಜನೆಯಿಂದಲೂ, ಜಲಪಾತಕ್ಕೆ ಬರುವ ನೀರು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ, ಅದರ ಚೆಲುವಿಗೆ ಕುಂದು ಬರದ ಹಾಗೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದದ್ದು ಅವಶ್ಯಕ. ಅಕ್ಟೋಬರ್ ತಿಂಗಳಿನಿಂದ ಫೆಬ್ರವರಿ ೧೫ ನೆಯ ದಿನಾಂಕದವರೆಗೂ ಎಷ್ಟು ನೀರನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ ಜಲಪಾತವು ಅತಿ ರಮಣೀಯವಾಗಿ ಕಾಣುವುದೋ, ಅಷ್ಟನ್ನು ಕಡ್ಡಾಯವಾಗಿ ಬಿಡುತ್ತಾರೆ. ಈ ಭವ್ಯವಾದ ದೃಶ್ಯವನ್ನು ನೋಡಲು ಬರುವ ಜನರಿಗೂ ಅನುಕೂಲಗಳನ್ನು ಮೊದಲಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿಮಾಡಿದ್ದಾರೆ.

ಜಲಪಾತದ ಎತ್ತರವು ೮೩೦ ಅಡಿ, ಎಂದರೆ ಶರಾವತಿಯು

ಎರಡು ಮಟ್ಟಗಳಲ್ಲಿ ಹರಿಯುತ್ತದೆಯೆಂದಾಯಿತು. ಮೇಲಿ
ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ನದಿಯ ನೀರನ್ನು ಶೇಖರಿಸಿ ಅದನ್ನು ನಾಲೆಯ
ಮೂಲಕ ಗುಡ್ಡದ ನೆತ್ತಿಗೆ ತಂದು, ಅಲ್ಲಿಂದ ಇಳಕಲಿನ
ಉಕ್ಕಿನ ಕೊಳಾಯಿಗಳ ಮೂಲಕ ಕೆಳಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾ
ಸಿರುವ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕಗಳಿಗೆ ಧುಮುಕಿಸಿ, ಬೀಳುವ ನೀರಿನ ಜಲ
ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ತಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಮಾಡುವುದೇ ಈ ಉದ
ಮದ ಉದ್ದೇಶ. ಅದನ್ನು ಕಾರ್ಯತಃ ಹೇಗೆ ಸಾಧ
ಮಾಡಿರುವರೆಂದು ನೋಡೋಣ.

ಶರಾವತಿಯಲ್ಲಿ ಆಷಾಢ ಮಾಸದಲ್ಲಿ ಮಹಾಪ್ರವಾ
ಬಂದಾಗ ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಒಂದು ಲಕ್ಷದ ಇಪ್ಪತ್ತು ಸಾವಿ
ಸಲಿ ಅಡಿ ನೀರು ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಬೇಸಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಹತ್ತ
ಸಲಿ ಅಡಿಗೆ ಇಳಿಯುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಹೊಳೆಯಲ್ಲಿ ಬರುವ ನೀರಿನ
ಪ್ರಮಾಣ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿಯಾಗಿ ವಿದ್ಯು
ಜ್ಜನಕಗಳಲ್ಲಿ ೧,೬೦,೦೦೦ ಅಶ್ವಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದನೆಮಾಡ
ಬೇಕಾಗಿದ್ದರೆ ಸಂತತವಾಗಿ ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೧೪೩೦ ಸಲ
ಅಡಿ ನೀರು ಮಳೆಗಾಲವೆನ್ನದೆ, ಬೇಸಿಗೆಯೆನ್ನದೆ, ಯಂತ್ರಗಳಿಗೆ
ಸರಬರಾಜಾಗಬೇಕು. ಹೊಳೆಯಲ್ಲಿ ನೈಸರ್ಗಿಕವಾಗಿ ಹರಿ
ಯುವ ನೀರನ್ನೇ ನಂಬಿದರೆ ಕಾರ್ತೀಕಮಾಸದಲ್ಲಿಯೇ ನೀರು
ಸಾಲದೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಆದಕ್ಕಾಗಿ ಮಳೆಗಾಲದಲ್ಲಿ ಬರುವ
ನೀರನ್ನು ಕೂಡಿಟ್ಟು ಬೇಸಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಹಾಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು
ದೊಡ್ಡದಾದ ಜಲಾಶಯವು ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಕಟ್ಟೆಯ ನಿವೇಶನ: ಈ ಜಲಾಶಯವನ್ನು ಎಲ್ಲಿ ಕಟ್ಟ
ಬೇಕು? ಎಂಬುದು ಮುಂದಿನ ಪ್ರಶ್ನೆ. ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಪರಿ
ಶೀಲಿಸಿದಾಗ ಎರಡು ಮೂರು ಜಾಗಗಳು ಸರಿಹೋಗಬಹು

ದೇನೋ!—ಎಂದು ತೋರುತ್ತದೆ. ಆ ಪೈಕಿ ಒಂದನ್ನು ನಿಷ್ಕರ್ಷೆ ಮಾಡುವುದೇ ಕಷ್ಟ. ಈ ನದಿಯಲ್ಲಿ ಗಿಳಿಗುಂಡಿ, ಹೊನ್ನೆ ಮರಡು, ಹಿರೇಭಾಸ್ಕರ ಈ ಮೂರು ಜಾಗಗಳು ಸುಮಾರಾಗಿ ಅನುಕೂಲವಾಗಿರುವ ಹಾಗೆ ಕಾಣಿಸಿದವು. ಗಿಳಿಗುಂಡಿ ಜಲಾಶಯ ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಕೆ ಯೋಗ್ಯವಾಗಿದ್ದರೆ ಯೋಚನೆಯೇ ಇರುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅಲ್ಲಿ ಭೂಗರ್ಭದಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ನಡೆಸಿದಾಗ, ಅಲ್ಲಿನ ತಳಪಾಯದ ಮೇಲೆ ಎತ್ತರವಾದ ಕಲ್ಲಿನ ಕಟ್ಟೆಯನ್ನು ಕಟ್ಟುವುದು ಅಪಾಯವೆಂದು ಕಾಣಿಸಿತು. ಅದಕ್ಕೂ ಮೇಲು ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಹೊನ್ನೆಮರಡಿನಲ್ಲಿ ಕಟ್ಟುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿತ್ತು. ಆದರೆ ೧೯೪೧ ರಲ್ಲಿ ೧೨೮.೦೦೦ ಅಶ್ವಶಕ್ತಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಯಾವ ಕಾಲಕ್ಕೂ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಆವಶ್ಯಕತೆಯೇ ಇಲ್ಲವೆಂಬುದು ಆಗಿನ ಮುಖ್ಯ ವಿದ್ಯುತ್ ಶಿಲ್ಪಿಗಳ ಅಭಿಪ್ರಾಯ ವಾಗಿತ್ತು. ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಬೇಕಾಗಿದ್ದ ಪಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಹೊನ್ನೆಮರಡು ಸರ್ವೋತ್ತಮವಾದ ಮಿತವ್ಯಯದ ಜಾಗ ವೆಂದುಗೊತ್ತಾಗಿದ್ದರೂ, ವಿಧಿಯಿಲ್ಲದೆ ಅದನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಇನ್ನೂ ಮೇಲುಗಡೆ ಹಿರೇಭಾಸ್ಕರದಲ್ಲಿ ಕಟ್ಟೆಯನ್ನು ಕಟ್ಟುವುದೆಂದು ನಿಶ್ಚಯವಾಯಿತು. ಅಲ್ಲಿ, ತಳಪಾಯದಲ್ಲಿ ಸಿಕ್ಕುವ ಬಂಡೆಯ ಮೇಲೆ ಧಾರಾಳವಾಗಿ ಕಲ್ಲಿನ ಕಟ್ಟೆಯನ್ನು ಕಟ್ಟಬಹುದಾಗಿತ್ತು.

ಈ ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ, ಈ ಜಾಗದಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ತಪಶೀಲಾದ ಪರಿ ಶೀಲನೆಯನ್ನು ನಡೆಸಬೇಕು. ಹಿರೇಭಾಸ್ಕರದಲ್ಲಿ ಶರಾವತಿಯ ಜಲಾನಯನ ಭೂಮಿಯ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವೆಷ್ಟು? ಆ ಪ್ರದೇಶವಲ್ಲಿ ವರ್ಷಂಪ್ರತಿ ಬೀಳುವ ಮಳೆಯ ಪ್ರಮಾಣವೆಷ್ಟು? ಆ ಜಲಾ ನಯನ ಭೂಮಿಯ ಗುಣವನ್ನನುಸರಿಸಿ ಈ ಮಳೆಯಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಭಾಗ ಹೊಳೆಗೆ ಬಂದು ಸೇರುತ್ತದೆ? ಎಂಬುದನ್ನು ಒಂದು

ಕಡೆ ನೋಡಬೇಕು. ಇನ್ನೊಂದು ಕಡೆ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೧೪೩೦ ಸಲಿ
ಅಡಿ ನೀರನ್ನು ಒಂದೇ ಸಮವಾಗಿ ಸರಬರಾಜು ಮಾಡ
ಬೇಕಾದರೆ, ಜಲಾಶಯದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಲಕ್ಷ ಸಲಿ ಅಡಿ ನೀರನ್ನು
ಶೇಖರಿಸಬೇಕು ಎಂದು ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಬೇಕು. ಆಮೇಲ
ಯಾವ ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಕಟ್ಟೆಯನ್ನು ಎತ್ತಿದರೆ ಇಷ್ಟು ನೀರು
ಶೇಖರಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ? ಎಂಬುದನ್ನು ನದಿಯ ಪಾತ್ರದ
ಪರಿಶೀಲನೆಯಿಂದ ನಿರ್ಧರಿಸಬೇಕು.

ಹಿರೇಭಾಸ್ಕರ—ಹಿರೇಭಾಸ್ಕರದ ಬಳಿ ಶರಾವತಿಯ ಜಲಾನ
ಯನ ಭೂಮಿಯು ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ೫೭೨ ಚದರ ಮೈಲಿ. ಇಲ್ಲಿ ನದಿ
ತಳವು ಸಮುದ್ರ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ೧೬೮೦ ಅಡಿ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿದೆ. ಈ
ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ವರ್ಷಕ್ಕೆ ೧೫೦ ಅಂಗುಲದಿಂದ
ಹಿಡಿದು ೨೫೦ ಅಂಗುಲದವರೆಗೂ ಮಳೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ
೧೯೦೪ ರಲ್ಲಿ ಅರಳಗೋಡಿನಲ್ಲಿ ೩೯೮ ಅಂಗುಲ ಮಳೆ ಅಪೂರ್ವ
ವಾಗಿ ಬಿದ್ದಿದೆ. ಜಲಾನಯನ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಬಹುಭಾ
ದಟ್ಟವಾದ ಕಾಡುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದೆ. ಭೂಮಿಯು ಇಳಿಜಾರ
ಗಿದೆ. ಈ ಆಧಾರಗಳಿಂದ ಸುಮಾರಾಗಿ ಹೊಳೆಯಲ್ಲಿ ನೀರಿನ
ಪ್ರವಾಹ ಎಷ್ಟು ಬರಬಹುದೆಂದು ಹೇಳಬಹುದಾದರೂ, ಈ
ಮಾರ್ಗವು ಪೀಠಿಕಾ ರೂಪವಾದ ತನಿಖೆಗೆ ಮಾತ್ರ ಉಪಯೋಗ
ವಾಗಬಲ್ಲದು. ಇನ್ನೂ ನೆಚ್ಚಿಗೆಯಾಗಿ ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ
ಹರಿಯುವ ನೀರಿನ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ತಿಳಿಯಬೇಕಾದರೆ, ಇಲ್ಲಿ
ಕಟ್ಟೆಯನ್ನು ಕಟ್ಟುವುದೆಂಬ ನಿರ್ಣಯಕ್ಕೆ ಬಂದ ಕೂಡಲೆ
ದಿನಂಪ್ರತಿ ಹೊಳೆಯಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ನೀರನ್ನು ಕರೆಂಟ
ಮೀಟರಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅಳತೆ ಮಾಡುವುದಕ್ಕೆ ಪ್ರಾರಂಭಿಸ
ಬೇಕು. ಎಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚುಕಾಲದ ನೀರಿನ ಅಳತೆಯ ಆಧಾ

ಗಳಿದ್ದರೆ ಅಷ್ಟು ಕರಾರುವಾಕ್ಕಾಗಿ ಸರಾಸರಿ ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ನೀರು ದೊರೆಯುತ್ತದೆ ಎಂದು ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಪರಿಶೀಲನೆಯನ್ನು ಮಾಡುವಾಗ ಅತಿವೃಷ್ಟಿಯ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ನೀರಿನ ಲೆಕ್ಕ ನಮಗೆ ಅಷ್ಟು ಉಪಯೋಗವಿಲ್ಲ. ಆ ವರ್ಷ ಬೇಕಾದಷ್ಟು ನೀರು ಬರಬಹುದು. ಮೂರನೆಯ ವರ್ಷವೇ ಅನಾವೃಷ್ಟಿಯಾಗಿ ಮಳೆ ಕಡಿಮೆಯಾದರೆ ಆಗಲೂ ನಮಗೆ ಬೇಕಾದಷ್ಟು ನೀರು ಒದಗುತ್ತದೆಯೆ? ಹೀಗೆ ಒಂದೇ ಸಮವಾಗಿ ಮೂರು ಸಾಧಾರಣ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಹೊಳೆಗೆ ಖಾತರಿಯಾಗಿ ಬರುವ ನೀರು ಎಷ್ಟು? ಎಂದು ನೋಡಬೇಕು.

ಹೀಗೆ ಹೊಳೆಯಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ನೀರಿನ ಪ್ರಮಾಣ ಮುಖ್ಯವಾದರೂ, ಈ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಯನ್ನು ಎಲ್ಲಾ ನದಿಗಳಿಗೂ ಅನ್ವಯಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಮಳೆ ಕಡಿಮೆಯಾದ ಬಯಲು ಸೀಮೆಯಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟಿ, ಅಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ಶಿಂಶಾನದಿಯ ಪರಿಶೀಲನೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಅಂಶವು ಪ್ರಧಾನವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಮಲೆನಾಡಿನಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟಿ, ಮಲೆನಾಡಿನಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ಶರಾವತಿಯಲ್ಲಿ ಇದು ಅಷ್ಟು ಮುಖ್ಯವಲ್ಲ. ಈ ನದಿಯಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟನ್ನು ತುಂಬಿಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕೆ ನಮಗೆ ಚೈತನ್ಯವಿದೆ? ಎಂಬುದು ಇಲ್ಲಿ ಬರುವ ಪ್ರಶ್ನೆ.

ನಮ್ಮ ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಎಷ್ಟು ನೀರು ಬೇಕು? ಕೃಷ್ಣರಾಜಸಾಗರದಂಥ ಸರೋವರದಿಂದ ನೀರಾವರಿಗೂ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆಗೂ ನೀರನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಎಷ್ಟು ಎಕರೆಗೆ ನೀರನ್ನು ಹಾಯಿಸುವ ಉದ್ದೇಶವಿದೆ? ಒಂದು ಎಕರೆಗೆ ನಮ್ಮ ಅನುಭವದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ನೀರು ಬೇಕು? ಒಟ್ಟು ಎಷ್ಟು ನೀರು ಬೇಕಾಗುವುದು? ಈ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೆ ಕಟ್ಟೆಯಿಂದ ನೀರು ದೊಡ್ಡ ನಾಲೆಯಲ್ಲಿ

ಹೊರಟಾಗಿನಿಂದ ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ಬಿಸಿಲಿನಲ್ಲಿ ಆವಿಯಾಗಿ, ನೆಲದಲ್ಲಿ ಹಿಂಗಿ, ಕಟ್ಟಡಗಳ ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿ ಸೋರಿ ಜಮೀನನ್ನು ಮುಟ್ಟು ವವರೆಗೂ ಎಷ್ಟು ನೀರು ಪೋಲಾಗುತ್ತದೆ? ಇದನ್ನು ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಿ ನೀರಾವರಿಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ನೀರಿಗೆ ಸೇರಿಸಿ ಒಂದು ಕಡೆ ಇಡಬೇಕು. ಈ ಕಡೆ ಕಟ್ಟೆಯ ನೀರಿನಿಂದ ಶಿವನಸಮುದ್ರ ದಲ್ಲಿಯೂ ಶಿಂಶಾಪುರದಲ್ಲಿಯೂ ಎಷ್ಟು ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವ ಯೋಜನೆಯಿದೆ? ಇದಕ್ಕೆ ಎಷ್ಟುನೀರು ಬೇಕು? ಕಟ್ಟೆಯನ್ನು ಬಿಟ್ಟಾಗಿನಿಂದ ಹೊಳೆಯಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವಾಗ ಕೊನೆಯುವರೆಗೂ ಎಷ್ಟು ನೀರು ಪೋಲಾಗುತ್ತದೆ? ಇದನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಉತ್ಪಾದನೆಗಾಗಿ ಬಳಸುವ ನೀರಿಗೆ ಸೇರಿಸಿ ಇನ್ನೊಂದು ಕಡೆ ಇಡಬೇಕು. ಒಟ್ಟು ನೀರಾವರಿಗೂ ವಿದ್ಯು ತ್ತಿನ ಉತ್ಪಾದನೆಗೂ ಎಷ್ಟುನೀರು ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ? ಎಂದು ನೋಡಿ ಅಷ್ಟನ್ನು ಸರೋವರದಲ್ಲಿ ಕೂಡಿಡಬೇಕು.

ಶಿಂಶಾನದಿಗೆ ಅಡ್ಡವಾಗಿ ನಿರ್ಮಿಸಿರುವ ಮಾರ್ಕೋನ ಹಳ್ಳಿಯ ಜಲಾಶಯದಿಂದ ನೀರಾವರಿಗೆ ಮಾತ್ರ ನೀರು ಸರಬರಾಜಾಗುತ್ತದೆ. ಹಿರೇಭಾಸ್ಕರದ ಜಲಾಶಯದಿಂದ ನೀರಾ ವರಿಗೆ ಅವಕಾಶವಿಲ್ಲ; ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಮಾತ್ರ ನೀರು ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಎಷ್ಟು ಅಶ್ವಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಅಥವಾ ಕಿಲೋವಾಟಿನ (ಒಂದು ಅಶ್ವಶಕ್ತಿಯೆಂದರೆ ೭೪೬ ವಾಟ್) ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಮುಂದೆ ಉತ್ಪಾದನೆ ಮಾಡಬೇಕು? ಎಂದು ತಿಳಿದರೆ ಮುಂದಿನ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಅಷ್ಟು ಕಷ್ಟವಲ್ಲ. ಇರುವ ತೊಂದರೆಯೆಲ್ಲಾ ಎಷ್ಟು ಶಕ್ತಿ ಬೇಕು? ಎಂದು ನಿರ್ಧರಿಸುವುದರಲ್ಲಿ. ಈ ದಿನದ ಅಂದಾಜು ನಾಳೆಗೆ ಏನೂ ಸಾಲದೆ ಹೋಗಬಹುದು. ಇದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಅನುಭವ

ಅವಕ್ಕಾಗಿ ದೂರದೃಷ್ಟಿಬೇಕು. ಎಷ್ಟೋದೂರ ನಮಗೆ ಕಾಣಿಸಿತೆಂದು ನಾವು ಎಣಿಸಿದರೂ, ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿಯೇ ಸಾಕಾದಷ್ಟು ದೂರ ಕಾಣಿಸಲಿಲ್ಲವಲ್ಲ ಎನ್ನಿಸುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಇನ್ನೊಂದು ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಕೊಡಬಹುದು. ಬೆಂಗಳೂರಿಗೆ ನೀರನ್ನು ಸರಬರಾಜುಮಾಡಲು, ಹೆಸರಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಕೆರೆಯನ್ನು ಕಟ್ಟಿದಾಗ, ಮುಂದೆ ಬಹಳ ನೀರು ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ, ಕೆರೆ ಇನ್ನೂ ದೊಡ್ಡದಾಗಿರಬೇಕು-ಎಂದು ಯಂತ್ರಶಿಲ್ಪಿಗಳು ಹೇಳಿದರು. ಅಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದು ಏಕೆ? ಇಷ್ಟೇಸಾಕು ಎಂದು ತೀರ್ಮಾನವಾಯಿತು. ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳ ಮೇಲೆ ಎರಡು ಪಂಗಡದವರು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಿದುದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಜಾಸಂಖ್ಯೆ ಬೆಳೆಯಿತು. ತಿಪ್ಪಗೊಂಡನಹಳ್ಳಿಯಲ್ಲಿ ಜಲಾಶಯವನ್ನು ಕಟ್ಟಿದಾಗ ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಜನಸಂಖ್ಯೆ ಮೂರು ಲಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ಎಲ್ಲಿ ಹೋದೀತು? ಒಬ್ಬರಿಗೆ ಒಂದು ದಿನಕ್ಕೆ ೨೦ ಗ್ಯಾಲನ್ ನೀರನ್ನು ಕೊಡಿ. ಹೆಚ್ಚು ಎಂದರೆ ೩೦ ಗ್ಯಾಲನ್ ಸಾಲದೆ? ನಾಳಿನ ತಲೆಮಾರಿನ ಅನುಕೂಲಕ್ಕೆ ಹಣವಿಲ್ಲದ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ತಲೆಮಾರಿನವರ ವೆಚ್ಚ ಮಾಡುವುದು ನ್ಯಾಯವೆ? ಹಾಸಿಗೆ ಇದ್ದಷ್ಟು ಕಾಲು ಚಾಚಬೇಕಲ್ಲವೆ? ಎಂದು ಕೆಲವರು ವಾದಿಸಿದರು. ಮುಂದಿನ ತಲೆಮಾರಿನ ಯೋಗಕ್ಷೇಮವೂ ನಮಗೇ ಸೇರಿದ್ದು. ಹೊಸಯೋಜನೆಯನ್ನು ಮಾಡುವಾಗ ಮುಂದೆ ಏನಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಯೋಚಿಸಿ ಯೋಜನೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದರೆ ಅದರಿಂದ ಉಳಿತಾಯವೇ ಆಗುತ್ತದೆಯೆಂಬುದು ಇನ್ನೊಂದು ವಾದ. ಆ ಹೊತ್ತಿನ ಹಣದ ಮುಗ್ಗಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಸರ್ಕಾರಕ್ಕೆ ಈ ವಾದ ಹಿಡಿಸಲಿಲ್ಲ. ಹಿರೇಭಾಸ್ಕರದ ಜಲಾಶಯದ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯು ಎದ್ದು ಕಾಣುತ್ತದೆ. ೧೯೪೧ ರಲ್ಲಿ

ಎರಡನೆಯ ಮಹಾಯುದ್ಧವು ಪ್ರಾರಂಭವಾದ ಮೇಲೂ ಯೋಜನೆಯ ವಿವರಗಳನ್ನು ಇನ್ನೂ ನಿಶ್ಚಯಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಇಲಾಖೆಯವರು ಯಾವ ಕಾಲಕ್ಕೂ ಒಂದು ಲಕ್ಷದ ಇಪ್ಪತ್ತೆಂಟುಸಾವಿರ ಅಶ್ವಶಕ್ತಿಗೆ ಮೀರಿದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಜೋಗದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪಾದನೆ ಮಾಡಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಅಷ್ಟನ್ನು ಬಳ ಸುವುದೇ ಕಷ್ಟವಾಗುವುದು ಎಂದು ಭಾವಿಸಿದರು. ಅದಕ್ಕೆ ಸರಿ ಯಾಗಿ ಅಂದಾಜುಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ ಕಟ್ಟೆಯನ್ನು ಕಟ್ಟಿದ್ದಾ ಯಿತು. ೧೯೪೮ ರಲ್ಲಿ ಮಹಾತ್ಮಗಾಂಧಿ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಯೋಜ ನೆಯ ಉದ್ಘಾಟನೋತ್ಸವದ ಕಾಲಕ್ಕೆ ಈ ಶಕ್ತಿ ಸಾಲದಲ್ಲ ಎನ್ನಿ ಸಿತು. ಈಗ ಇರುವ ಜಲಾಶಯವನ್ನೇ ಇಟ್ಟುಕೊಂಡು, ಜೊತೆಗ ಉಪನದಿಗಳಿಗೆ ಅಡ್ಡಕಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಕಟ್ಟಿ ಬೇರೊಂದು ಜಲಾ ಶಯವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು, ಅಥವಾ ಈ ಕಟ್ಟೆ ಯನ್ನೇ ಕಟ್ಟಡ ತಡೆಯುವಷ್ಟು ಎತ್ತರಿಸಿ, ಹಾಗೂ ಹೀಗೂ ಕಾಲ ಹಾಕಬೇಕು ಎಂದು ಕೆಲವರ್ಷಗಳು ಯೋಚಿಸಿದ್ದಾ ಯಿತು. ೧೯೫೨ ರ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಈ ಕಟ್ಟೆಯನ್ನು ಮುಳುಗಿಸಿ, ಹಿಂದೆಯೇ ಯೋಚಿಸಿಬಿಟ್ಟಿದ್ದ ಜಾಗದಲ್ಲಿ ಹೊಸಕಟ್ಟೆಯ ನಿರ್ಮಾಣವಾಗಬೇಕೆಂಬುದು ಅನಿವಾರ್ಯವಾಯಿತು. ಈ ಸಲಹೆಯ ಗುಣಾವಗುಣಗಳನ್ನು ತೂಕಹಾಕಿ ನೋಡಿ, ಈ ಯೋಜನೆಯನ್ನು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣ ಮುಂದೆಯೇ ಪ್ರಾರಂಭ ಮಾಡಿದ್ದೂ ಆಗಿದೆ.

ವಿದ್ಯುದಾಗಾರ: ಹಿರೇಭಾಸ್ಕರದ ಜಲಾಶಯಕ್ಕೆ ಶರಾವತಿಯ ಪ್ರಸಾದದಿಂದ ನೀರಿನ ಕೊರತೆಯಿಲ್ಲವೆಂದು ನೋಡಿದ್ದೇವೆ. ಆದರೆ ನಮಗೆ ಈ ಜಲಾಶಯದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ನೀರು ಬೇಕು ಎಂದು ಹೇಗೆ ಗೊತ್ತುಮಾಡುವುದೆಂಬುದನ್ನು ನೋಡೋಣ. ಈ ಜಲಾಶಯದಿಂದ ಹೊರಟ ನೀರು ಮತ್ತೆ ಶರಾವತಿಯ ನದಿ

ಯಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೬ ೧/೨ ಮೈಲಿ ಹೋದಮೇಲೆ ಕಾರ್ಗಲ್ಲಿನ ಬಳಿ ಒಂದು ಅಣೆಕಟ್ಟನ್ನು ಕಟ್ಟಿ ಹೊಳೆಯ ನೀರಿನ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಎತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಎಡ ದಡದ ನಾಲೆಯಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ಮೈಲಿ ದೂರ ಹರಿದು ನೀರು ಫೋರ್‌ಬೆ ಕೊಳವನ್ನು ಮುಟ್ಟುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿಂದ ದೊಡ್ಡ ಉಕ್ಕಿನ ಕೊಳಾಯಿಗಳಲ್ಲಿ ಹೊಳೆಯ ಎಡ ದಡದಲ್ಲಿ, ಶಿವನಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿ ಹೇಗೋ ಹಾಗೆ ಯಂತ್ರಾಗಾರವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತದೆ. ಹಿರೇಭಾಸ್ಕರದಲ್ಲಿ ಹೊಳೆಯ ಮಟ್ಟ ಸಮುದ್ರಮಟ್ಟದ ಮೇಲೆ R. L. ೧೬೮೦. ಕಾರ್ಗಲ್ಲಿನ ಅಣೆಕಟ್ಟಿನ ಮಟ್ಟ ೧೬೫೨. ಶಕ್ತಿನಾಲೆಯ ತುಂಬುನೀರಿನ ಮಟ್ಟ ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ೧೬೪೮. ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಕೊಳಾಯಿಗಳಿಗೆ ಪ್ರವೇಶಮಾಡುವ ಮಟ್ಟ ೧೬೪೦. ಕೆಳಗಡೆ ಯಂತ್ರಾಗಾರದ ನೆಲಮಟ್ಟ ೪೫೫. ನೀರ್ಗಾಲಿಯ ಧಾರೆಯ ಮಟ್ಟ ೪೩೨. ಆಗ ನೀರು ಬೀಳುವ ಎತ್ತರ (೧೬೪೦-೪೩೨)=೧೨೦೮ ಅಡಿಯಾಯಿತು. ಕೊಳಾಯಿಯಲ್ಲಿ ಇಳಿಯುವಾಗ ಪಕ್ಕಕ್ಕೆ ಉಜ್ಜಿ (friction) ೨೧ ಅಡಿ ಎತ್ತರ ವ್ಯಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಉಳಿದದ್ದು ಸುಮಾರು ೧೧೮೭ ಅಡಿ. ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕದ ದಕ್ಷತೆ ಶೇಕಡ ೮೫ ಎಂದು ಇಟ್ಟುಕೊಂಡರೆ, ೨೪,೦೦೦ ಅಶ್ವಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುವ ಒಂದು ಯಂತ್ರಕ್ಕೆ ಸುಮಾರು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೨೧೦ ಸಲಿ ಅಡಿ ನೀರು ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಶಕ್ತಿ ನಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಜಿನುಗಿ, ಆವಿಯಾಗಿ, ಒಟ್ಟು ಪೋಲಾಗುವ ಭಾಗ ಶೇಕದ ಹದಿನೈದನ್ನು ಸೇರಿಸಿದರೆ, ಕಾರ್ಗಲ್ ಅಣೆಕಟ್ಟಿನ ಬಳಿ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೨೫೦ ಸಲಿ ಅಡಿ ನೀರು ಸರಬರಾಜಾಗಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಅಣೆಕಟ್ಟಿಗೆ ಹಿರೇಭಾಸ್ಕರದಿಂದ ನೀರು ಹೊಳೆಯಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವಾಗ ಪೋಲಾಗುವ ಭಾಗ ಶೇಕಡ ೧೨ ೧/೨ ಎಂದು ಇಟ್ಟುಕೊಂಡರೆ, ೨೪,೦೦೦ ಅಶ್ವ

ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನಡೆಸುವಾಗ ಹಿರೇಭಾಸ್ಕರದ ಜಲಾಶಯದಿಂದ ೩೮೬ ಸಲೆ ಅಡಿ ನೀರು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಬರಬೇಕು. ಈ ರೀತಿ ಸುಮಾರು ೧,೩೦,೦೦೦ ಅಶ್ವಶಕ್ತಿಗೆ, ಕಟ್ಟೆಯಿಂದ ೩೮೬×೫= ೧೯೩೦, ಸೆಕೆಂಡ್ ಅಡಿ ನೀರು ಸರಬರಾಜಾಗಬೇಕೆಂದು ಇಟ್ಟು ಕೊಳ್ಳೋಣ.

ಕಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ನೀರು ಬೇಕು?: ಈಗ ಹೊಳೆಯಲ್ಲಿ ನೈಸರ್ಗಿಕವಾಗಿ ಎಷ್ಟು ನೀರು ಬರುತ್ತದೆಯೋ ಅದನ್ನು ೧೯೩೦ ಸೆಕಂಡ್-ಸಲೆ ಅಡಿಗಳಿಂದ ಕಳೆದು, ತಿಂಗಳು ತಿಂಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಕಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಲಕ್ಷ ಸಲೆ ಅಡಿಯ ಪ್ರಮಾಣದ ನೀರನ್ನು ಶೇಖರಿಸಬೇಕೆಂದು ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಬೇಕು. ಈಗ ಹೊಳೆಯ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಅಳೆದಾಗ ಬಂದ ಅಂಕೆಗಳು ಉಪಯೋಗ ವಾಗುತ್ತವೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಶರಾವತಿಯಲ್ಲಿ ಜೂನ್ ೨೦ ನೆಯ ದಿನಾಂಕದಿಂದ, ಸೆಪ್ಟೆಂಬರ್ ಕೊನೆಯವರೆಗೆ ಹೊಳೆಯಲ್ಲಿ ಬರುವ ನೀರು ೧೯೩೦ ಸೆಕೆಂಡ್-ಅಡಿಗಳಿಗಿಂತ ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸಿದ ನೀರಿನಿಂದ, ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಜಲಾಶಯದಿಂದ ನೀರನ್ನು ಬಿಡಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಅಕ್ಟೋಬರ್ ತಿಂಗಳಿನಲ್ಲಿ ಕನಿಷ್ಠಪಕ್ಷ ೨೦೦೦ ಸೆಕೆಂಡ್-ಅಡಿಗಳಷ್ಟೂ, ನವೆಂಬರ್‌ನಲ್ಲಿ ೧೭೦೦ ಸೆಕೆಂಡ್-ಅಡಿಗಳಷ್ಟೂ ಹೊಳೆಯಲ್ಲಿ ನೀರು ಬರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಜೋಗದ ಜಲಪಾತದ ದೃಶ್ಯವು ಕೆಡದಹಾಗೆ ಹೊಳೆಯಲ್ಲಿ ನೀರನ್ನು ಬಿಡಬೇಕಾದ್ದರಿಂದ ೩೦,೦೦೦ ಅಶ್ವಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವುದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾಗುವ ೧೪೦ ಸೆಕೆಂಡ್-ಅಡಿಗಳಷ್ಟು ಮಾತ್ರ ಈ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಉಳಿದ (೧೯೩೦-೧೪೦)= ೧೭೯೦ ಸೆಕೆಂಡ್-ಅಡಿಗಳಷ್ಟು ನೀರನ್ನು ಜಲಾಶಯದಿಂದ ಬಿಡಬೇಕು.

ಈ ನೀರು ಎರಡು ತಿಂಗಳಿಗೆ ೧೨೪೦×೮೬೪೦೦×೬೧= ೬೫೩.೪ ಕೋಟಿ ಸಲೆ ಅಡಿಗಳಷ್ಟಾಗುತ್ತದೆ. (ಒಂದು ದಿನದಲ್ಲಿ ೮೬೪೦೦ ಸೆಕೆಂಡುಗಳಿವೆ).

ಡಿಸೆಂಬರ್ ತಿಂಗಳಲ್ಲಿ ಹೊಳೆಯ ನೀರಿನಿಂದ ೯೫ ಸೆಕೆಂಡ್-ಅಡಿಗಳಷ್ಟು ನೀರನ್ನು ಮಾತ್ರ ಬಳಸಬಹುದು. ಉಳಿದ (೧೪೩೦-೯೫)= ೧೩೩೫ ಸಲೆ ಅಡಿಗಳಷ್ಟು ಜಲಾಶಯದಿಂದ ಬರಬೇಕು. ಈ ನೀರು ೧೩೩೫×೮೬೪೦೦×೩೧ = ೩೫೭.೬ ಕೋಟಿ ಸಲೆ ಅಡಿಗಳಷ್ಟಾಗುವುದು.

ಜನವರಿ ೧ ರಿಂದ ಜೂನ್ ೨೦ರ ವರೆಗೆ ೧೭೧ ದಿನಗಳೂ ಬರುವ ನೀರನ್ನೆಲ್ಲಾ ಜಲಪಾತದ ಮೇಲೆ ಹೋಗುವಹಾಗೆ ಹೊಳೆಯಲ್ಲಿ ಬಿಡಬೇಕು. ೧೪೩೦ ಸೆಕೆಂಡ್-ಅಡಿಗಳಷ್ಟು ನೀರು ಸರೋವರದಿಂದ ಬರಬೇಕು. ಈ ನೀರು ೧೪೩೦×೮೬೪೦೦× ೧೭೧ = ೨೧೧೯ ಕೋಟಿ ಸಲೆ ಅಡಿಗಳಷ್ಟಾಗುತ್ತದೆ.

ಜಲಪಾತದ ದೃಶ್ಯವು ಕೆಡದಹಾಗೆ ಇರಬೇಕಾದರೆ ಡಿಸೆಂಬರಿನಿಂದ ಫೆಬ್ರವರಿ ೧೫ ನೆ ದಿನದವರೆಗೂ ಹೊಳೆಯಲ್ಲಿ ಬರುವ ನೀರು ಸಾಲದೆ ಬರಬಹುದು. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಸರೋವರದಿಂದ ೩೬ ಕೋಟಿ ಸಲೆ ಅಡಿ ನೀರನ್ನು ಬಿಡಬೇಕು. ಈಗ ಸರೋವರದಲ್ಲಿ ೬೫೩.೪+೩೫೭.೬+೨೧೧೯+೩೬= ೩೧೬೬ ಕೋಟಿ ಸಲೆ ಅಡಿ ನೀರು ನಿಲ್ಲಬೇಕು. ಇದಕ್ಕೆ ಸರೋವರದಲ್ಲಿ ಆವಿಯಾಗಿಯೂ, ಜಿನುಗಿಯೂ ಹೋಗುವ ಕಡೆ ೨೦ ರಷ್ಟನ್ನು ಸೇರಿಸಿದರೆ, ಕಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿ ೩೯೬೦ ಕೋಟಿ ಸಲೆ ಅಡಿ ನೀರು ನಿಲ್ಲಬೇಕು. ಆಗ ೭೯೨ ಕೋಟಿ ಹೋಗಿ, ೩೧೬೮ ಕೋಟಿ ಸಲೆ ಅಡಿ ನಿಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿಯಾಗಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹೊಳೆಯಲ್ಲಿ ೬೫೦೦ ಕೋಟಿ ಸಲೆ ಅಡಿ ನೀರನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಬಹುದು. ಕಡಿಮೆ ಮಳೆ ಬಿದ್ದ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿಯೂ ೪೫೦೦ ಕೋಟಿ ಸಲೆ ಅಡಿ ನೀರಿಗೆ

ಕೊರತೆಯಿಲ್ಲ. ಆದರಿಂದ ಸರೋವರವು ಪ್ರತಿವರ್ಷವೂ ತುಂಬಿ
ಸುರಿಯುತ್ತದೆ.

ಹಿರೇಭಾಸ್ಕರದ ಕಟ್ಟೆ : ಈ ಕಣಿವೆಯಲ್ಲಿ ೩೯೬೦ ಕೋಟಿ
ಸಲಿ ಅಡಿ ನೀರನ್ನು ಶೇಖರಿಸಬೇಕಾದರೆ ಹೊಳೆಯ ತಳಮಟ್ಟ
ದಿಂದ ಎಷ್ಟು ಆಳ ನೀರು ನಿಲ್ಲಬೇಕು ? ಸುಮಾರಾಗಿ ಲೆಕ್ಕ
ಹಾಕಿದ್ದರಲ್ಲಿ ೯೬ ಅಡಿ ನೀರು ನಿಲ್ಲಬೇಕೆಂದು ಗೊತ್ತಾಯಿತು.
ಸಮುದ್ರಮಟ್ಟದ ಮೇಲೆ ನದಿಯ ತಳದ ಮಟ್ಟ ೧೬೮೦ ಅಡಿ.
ಸರೋವರದ ನೀರಿನ ಮೇಲುಮಟ್ಟ ೧೭೭೬ ಅಡಿ. ಇದರ ಮೇಲೆ
ಕಟ್ಟೆ ೮ ಅಡಿಯಾದರೂ ಇರಬೇಕು. ಕಟ್ಟೆಯ ಮೇಲುಮಟ್ಟ
೧೭೮೪ ಅಡಿಗೆ ಬಂತು. ಈ ಆಳದಲ್ಲಿ ನೀರು ನಿಂತರೆ ಕಟ್ಟೆಯ
ಮೇಲುಭಾಗದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಮೈಲಿ ದೂರ ನೀರು ನಿಲ್ಲುತ್ತದೆ ?
ಎಷ್ಟು ಚದರ ಮೈಲಿ ಹರಡಿರುತ್ತದೆ ? ಎಷ್ಟು ಜಮೀನು ಮುಳ
ಗಡೆಯಾಗುತ್ತದೆ? ನಾವು ನಿರ್ಧರಿಸಿದ ೧೭೭೬ ರ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ
ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಮೋಜಿನಿ ಮಾಡಿದಾಗ ಎಷ್ಟು ಕೋಟಿ ಸ
ಅಡಿ ನೀರು ಜಲಾಶಯದಲ್ಲಿ ತುಂಬಿರುತ್ತದೆ ? ಈ ವಿಚಾರಗಳ
ನ್ನೆಲ್ಲಾ ಮೋಜಿನಿ ಮಾಡಿ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ.

ಇನ್ನು ಕಟ್ಟೆಯ ವಿನ್ಯಾಸಕ್ರಮವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಬೇಕು.
ಮೊದಲು ಈ ಜಾಗದಲ್ಲಿ ಹಿಂದೆ ಹಾದಿದ ನೀರಿನ ಪ್ರವಾಹದ
ಅಳತೆಯ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಪರಮಾವಧಿ ಪ್ರವಾಹ ಎಷ್ಟು
ಸೆಕೆಂಡ್-ಅಡಿ ಬಂದಿತೆಂದು ನೋಡಬೇಕು. ಆ ವರ್ಷ ಜಲ
ನಯನ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಅಂಗುಲ ಮಳೆ ಆಗಿತ್ತು ಎಂಬು
ದನ್ನೂ, ಅದಕ್ಕೆ ಹಿಂದೆ ಯಾವ ವರ್ಷವಾದರೂ ಇದಕ್ಕಿಂತ
ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಮಳೆಯಾಗಿತ್ತೇ ಎಂಬುದನ್ನೂ, ಮಳೆಯ ಲೆಕ್ಕಗಳಿಂದ
ಪರಿಶೋಧಿಸಿ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಅಂಕೆಗೆ ನಾವು ಕಾಣದ ಇರುವ

ಕಾರಣಗಳಿಗಾಗಿ, ಶೇಕಡ ಹತ್ತರಷ್ಟನ್ನು ಕ್ಷೇಮಲಾಭಕ್ಕಾಗಿ ಸೇರಿಸಿ, ಪರಮಾವಧಿ ಪ್ರವಾಹದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಗೊತ್ತು ಮಾಡಬೇಕು. ಈ ಪ್ರವಾಹವು ಹೊರಗೆ ಹೋಗುವ ಹಾಗೆ ಕೋಡಿಗಳನ್ನು ಕಟ್ಟಿ ಕಟ್ಟೆಯು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿರುವಂತೆ ನೋಡಿ ಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಈ ಹೊಳೆಯಲ್ಲಿ ಭಾರಿ ಪ್ರವಾಹವೆಂದರೆ ೧,೨೦,೦೦೦ ಸೆಕೆಂಡ್-ಅಡಿಗಳಷ್ಟು ನೀರು ಇರಬೇಕೆಂದು ಗೊತ್ತಾಯಿತು.

ಹೊಳೆಯ ತಳವನ್ನು ಶೋಧಿಸಲಾಗಿ ಮಧ್ಯದ ೧೨೦೦ ಅಡಿ ಯಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಮೇಲಿನ ಕಲ್ಲು ಕಟ್ಟೆಯ ಭಾರವನ್ನು ತಡೆಯ ಬಲ್ಲ ಗಟ್ಟಿ ಬಂಡೆ ಕಾಣಿಸಿತು. ಇಷ್ಟೇ ಅಗಲದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ನೀರನ್ನು ಸಾಗಿಸಬೇಕು. ಅಗಲ ಸಾಲದ್ದರಿಂದ ಕೆರೆಯ ಕಲ್ಲು ಗಾರೆಯ ಕೋಡಿಗಳ ಹಾಗೆ ಕಟ್ಟುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಅದ ಕ್ಕಾಗಿ ಕನ್ನಂಬಾಡಿ, ತಿಪ್ಪಗೊಂಡನಹಳ್ಳಿ, ಮಾರ್ಕೋನಹಳ್ಳಿ- ಈ ಕಟ್ಟೆಗಳಲ್ಲಿ ಮಾಡಿದ ಹಾಗೆ ತಗ್ಗಿನಲ್ಲಿ ೧೦ ಅಡಿ ಅಗಲ, ೨೫ ಅಡಿ ಎತ್ತರದ ಉಕ್ಕಿನ ಬಾಗಿಲುಗಳುಳ್ಳ ಕೆಳತೂಬು ಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಭಾಗವನ್ನು ಬಿಡುವುದೆಂದು ತೀರ್ಮಾನ ವಾಯಿತು. ಉಳಿದ ಭಾಗವನ್ನು ಬಹಳ ಜಿಜ್ಞಾಸೆಯಾದ ಮೇಲೆ ಶ್ರೀ ಗಣೇಶಯ್ಯರ್ ಅವರ ವಲ್ಯೂಟ್ ಸೈಫನ್ನುಗಳಲ್ಲಿ ಬಿಡುವುದೆಂದು ಆ ಮೇಲೆ ನಿರ್ಧರಿಸಿದರು. ೧೬೯೦ ರಲ್ಲಿ ಕೆಳತೂಬು (Under sluices) ಗಳನ್ನು ನದಿಯ ತಳಕ್ಕೆ ೧೦ ಅಡಿ ಮೇಲುಗಡೆ ಇಡಲಾಯಿತು. ಸರೋವರ ತುಂಬಿದಾಗ ಒಂದೊಂದು ತೂಬೂ ೧೦,೭೦೦ ಸೆಕೆಂಡ್ ಅಡಿ ನೀರನ್ನು ಹೊರಕ್ಕೆ ಸಾಗಿಸಬಲ್ಲದು. ೬ ತೂಬುಗಳಿಂದ ೬೪,೨೦೦ ಸೆಕೆಂಡ್ ಅಡಿಯಷ್ಟು ನೀರಾಯಿತು. ಉಳಿದ ಲಕ್ಷದ ಐದು ಸಾವಿರ ಅಡಿ ನೀರನ್ನು ೧೮ ಅಡಿ ವ್ಯಾಸದ ೧೧ ಸೈಫನ್ನುಗಳಿಂದ ಬಿಡ

ಲಾಯಿತು. ಸ್ಪಿಲ್‌ವೇನ ಕೆಳಮಟ್ಟವು ನದಿಯ ತಳಕ್ಕೆ ೩೦ ಅಡಿ ಮೇಲೆ, ಅಂದರೆ ೧೬೧೦ ರ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿದೆ. ನದಿಯ ಎರಡು ದಡಗಳಲ್ಲಿಯೂ ತಳಪಾಯದಲ್ಲಿ ಬಂಡೆ ಸಿಕ್ಕದೆ ಇದ್ದುದರಿಂದ ಎರಡು ಕಡೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಸುಮಾರು ೭೦ ಅಡಿ ಆಳದವರೆಗೆ ಮಣ್ಣಿನ ಏರಿಗಳನ್ನು ಕಟ್ಟಲಾಯಿತು.

೧೯೪೭ ರಲ್ಲಿ ಈ ಕಟ್ಟೆಯ ಕೆಲಸವು ನಡೆಯುತ್ತಿರುವಾಗಲೇ ಕಾರ್ಗಲ್ಲಿನಲ್ಲಿ ಅಣೆಕಟ್ಟನ್ನೂ, ನಾಲೆಯನ್ನೂ, ಜೋಗದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುದಾಲಯವನ್ನೂ ಕಟ್ಟಿ ಮುಗಿಸಲಾಯಿತು. ವಿದ್ಯುದಾಲಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯ ಫ್ರಾನ್ಸಿಸ್ ಸಿೀಗ್ರಾಲಿಗಳಿವೆ. ಯಂತ್ರಗಳ ತಪಶೀಲುಗಳನ್ನೂ, ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಈಗ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕ ಯೋಜನೆಗಳ ವಿವರಗಳನ್ನೂ, ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನೂ, ಇನ್ನೊಂದು ಸಾರಿ ನೋಡೋಣ.

ಉಪಸಂಹಾರ : ಈ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಪುರಾತನವಾದ ಶಕ್ತಿ ವಿಶೇಷ. ಮಳೆ, ಗುಡುಗು, ಸಿಡಿಲು, ಇವು ಯಾವಾಗ ಪ್ರಾರಂಭವಾದವೋ ಯಾರು ಬಲ್ಲರು! ಈ ಶಕ್ತಿಯು ಅತಿ ಗೂಢವಾದದ್ದು. ಅದು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೂ ಕಾಮನ ಬಿಲ್ಲಿನ ಬಣ್ಣಗಳೆಲ್ಲಾ ನಮಗೆ ಕಾಣಿಸುತ್ತವೆ. ಅವಕ್ಕೆ ತೂಕವಿಲ್ಲ. ಆದರೂ ಸಾವಿರಾರು ಟನ್ ತೂಕವನ್ನು ಎತ್ತಿ ಸಾಗಿಸುತ್ತದೆ. ದ್ರವ್ಯ (matter) ಇರುವುದಕ್ಕೆ ಜಾಗಬೇಕು. ವಿದ್ಯುತ್ತಿಗೆ ಬೇಕಿಲ್ಲ. ಆದರೂ ಎಲ್ಲೆಲ್ಲಿಯೂ ವ್ಯಾಪಿಸುತ್ತದೆ. ಅದು ಏನು? ಎಂದು ನಮಗೆ ತಿಳಿಯದು. ಅದು ಮಾಡುವ ಕೆಲಸಗಳಿಂದ ನಾವು ಅದನ್ನು ತಿಳಿಯಬೇಕಾಗಿದೆ. ಈ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ನಮಗೆ ಲಭಿಸಿರುವುದು ಜಲಶಕ್ತಿಯಿಂದ. ಅದಕ್ಕೇ ನೀರಿಗೆ ಎಲ್ಲಾ ಕಾಲಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದೇ ಸಮವಾದ ಪೂಜ್ಯತೆ ಬಂದಿದೆ.

WO 192—MUPM—3000—28-9-59

೨೬. ಸಾರಜನಕದ ಮಹತ್ವ—ಎಚ್. ಸುಬ್ಬಾಜೋಯಿಸ್
೨೭. ಭಾಸ—ಡಾ|| ಎಚ್. ಎಲ್. ಹರಿಯಪ್ಪ
೨೮. ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ರಾಜಕೀಯ ತತ್ವಗಳು—ಎಂ. ಯಾಮುನಾಚಾರ್ಯ
೨೯. ಸರ್ವಜ್ಞ ಕವಿ—ಎ. ಆರ್. ಕೃಷ್ಣಶಾಸ್ತ್ರೀ
೩೦. ರಕ್ತ—ಡಿ. ಶಾಮಣ್ಣ
೩೧. ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಪ್ರಬಂಧಗಳು—ಎಸ್. ಮಂಜುನಾಥ್
೩೨. ಅಕ್ಕಮಹಾದೇವಿ—ಎಸ್. ವಿ. ಪರಮೇಶ್ವರಭಟ್ಟ
೩೩. ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಸ್ವರೂಪ
—ಡಾ|| ಸಿ. ಎನ್. ಶ್ರೀನಿವಾಸ ಅಯ್ಯಂಗಾರ್
೩೪. ಋಗ್ವೇದ—ಎಂ. ಎ. ಕೃಷ್ಣಸ್ವಾಮಿ
೩೫. ಕುಮಾರವ್ಯಾಸ ವಾಣಿ—ಎಸ್. ವಿ. ರಂಗಣ್ಣ
೩೬. ಆಳ್ವಾರುಗಳು—ಎಂ. ಯಾಮುನಾಚಾರ್ಯ
೩೭. ಹಿಂದು ಮುಸ್ಲಿಂ ಮೈತ್ರಿಯನ್ನು ಬೆಳೆಸಿದ ರಾಜರು
—ವಿ. ರಾಘವೇಂದ್ರರಾವ್
೩೮. ಸುಭಾಷಿತ ಸಂಗ್ರಹಗಳು—ಎಂ. ಪಿ. ಲಕ್ಷ್ಮೀನರಸಿಂಹಶಾಸ್ತ್ರೀ
೩೯. ಮಕ್ಕಳ ಭಾವಜೀವನ—ಡಾ|| ಬಿ. ಕುಪ್ಪುಸ್ವಾಮಿನಾಯಿಡು
೪೦. ಸಹಕಾರ—ಎಸ್. ಗೋಪಾಲಸ್ವಾಮಿ
೪೧. ನಯಸೇನ—ಜಿ. ವೆಂಕಟಸುಬ್ಬಯ್ಯ
೪೨. ಕೌಟಿಲ್ಯ—ಡಾ|| ಎಂ. ವಿ. ಕೃಷ್ಣರಾವ್
೪೩. ತೆಲುಗು ಚಾಟುಪದ್ಯಗಳು—ಕೆ. ವೆಂಕಟರಾಮಪ್ಪ
೪೪. ಮುನಿಸಿಪಾಲಿಟಿಗಳು—ಎಚ್. ಕೃಷ್ಣರಾವ್
೪೫. ಲಕ್ಷ್ಮೀಶ—ಎನ್. ಅನಂತರಂಗಾಚಾರ್
೪೬. ರುಚಿ—ಎಸ್. ವಿ. ರಂಗಣ್ಣ
೪೭. ಕೀಟಗಳು—ಡಿ. ಎಸ್. ವೀರಯ್ಯ
೪೮. ಅಲೆಗಳು—ಕೆ. ಶೇಷಾದ್ರಿ ಅಯ್ಯಂಗಾರ್
೪೯. ಮುದ್ರಣ—ಟಿ. ಎಸ್. ಶಾಮರಾವ್
೫೦. ಐವರು ಭೌತ ವೈಜ್ಞಾನಿಕರು—ಬಿ. ಎ. ಕೃಷ್ಣಸ್ವಾಮಿರಾವ್
೫೧. ಕೃತಕರೇಷ್ಮೆ—ಎಂ. ಷಡಕ್ಷರಸ್ವಾಮಿ
೫೨. ಚೀನರ ಇತಿಹಾಸ ಮತ್ತು ನಾಗರಿಕತೆ
—ಎಸ್. ವೆಂಕಟದೇಶಿಕಾಚಾರ್

೫೩. ಯುದ್ಧಕಾಲದ ಆರ್ಥಿಕ ಸಮಸ್ಯೆಗಳು
—ಎಸ್. ಲಕ್ಷ್ಮೀನರಸಿಂಹನ್

೫೪. ಆಹಾರ—ಜಿ. ಆರ್. ಲಕ್ಷ್ಮಣರಾವ್

೫೫. ಇಬ್ಸನ್ನಿನ ಕೆಲವು ನಾಟಕಗಳು—ಎಸ್. ಮಂಜುನಾಥ್

೫೬. ಶಬ್ದಪ್ರಪಂಚ—ಆರ್. ಎಲ್. ನರಸಿಂಹಯ್ಯ

೫೭. ಪ್ರಜಾಭಿಪ್ರಾಯ—ಟಿ. ಎಸ್. ರಾಜಗೋಪಾಲ ಅಯ್ಯಂಗಾರ್

೫೮. ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು—ಕೆ. ಎಸ್. ಲಕ್ಷ್ಮಣರಾವ್

೫೯. ಜನಪದಮುಕ್ತಕಗಳು—ಎಚ್. ಎಂ. ಶಂಕರನಾರಾಯಣರಾವ್

೬೦. ಹಾಲು—ಕೆ. ಎಸ್. ಲಕ್ಷ್ಮಣರಾವ್

೬೧. ಭಾವಗೀತೆ—ಎಸ್. ವಿ. ಪರಮೇಶ್ವರಭಟ್ಟ

೬೨. ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಪ್ರಜಾಪ್ರಭುತ್ವ
—ಟಿ. ಎಸ್. ರಾಜಗೋಪಾಲ ಅಯ್ಯಂಗಾರ್

೬೩. ಆರೋಗ್ಯಸಾಧನೆ—ಮೊಟಗಾನಹಳ್ಳಿ ಮಹದೇವಶಾಸ್ತ್ರೀ

೬೪-೬೫ ಆಧುನಿಕ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ನೃತ್ಯಕಲೆ—ಯು. ಎಸ್. ಕೃಷ್ಣರಾವ್
ಮತ್ತು ಚಂದ್ರಭಾಗಾದೇವಿ

ಸಾದಾ ಪ್ರತಿ ೫೦ ನ. ಪೈಸೆ; ಉತ್ತಮ ಪ್ರತಿ ೭೫ ನ. ಪೈಸೆ

೬೬. ಚುನಾವಣೆಗಳು—ಗ. ಸ. ಹಾಲಪ್ಪ

೬೭. ಮೀನಿನಿಂದ ಮಾನವನೆಡೆಗೆ—ಎಚ್. ಬಿ. ದೇವರಾಜಸರ್ಕಾರ್

೬೮. ಕ್ಷಯ—ಡಾ॥ ಎಸ್. ಟಿ. ಪುಟ್ಟಣ್ಣ

೬೯. ಶಿಲ್ಪಿಯ ಪಾತ್ರ—ಬಿ. ಎಲ್. ಸಿ. ರಾಜನ್

೭೦. ಪರತಂತ್ರ ಜೀವಿಗಳು ಮತ್ತು ಪರತಂತ್ರ ಜೀವನ
—ಎಚ್. ಬಿ. ದೇವರಾಜ ಸರ್ಕಾರ್

೭೧. ಮಾನವ ಹಕ್ಕುಗಳು—ಹೆಚ್. ಎಂ. ಸದಾಶಿವಯ್ಯ

೭೨. ವಿನೋದ ಗಣಿತ—ವಿ. ಕೆ. ದೊರೆಸ್ವಾಮಿ

೭೩. ಸಾಬೂನು—ಕೆ. ಎಸ್. ಲಕ್ಷ್ಮಣರಾವ್

೭೪. ಉಷ್ಣಯಂತ್ರಗಳ ಪರಿಚಯ—ಕೆ. ವಿ. ಸುಬ್ಬರಾಯ

೭೫. ಬಟ್ಟೆಗಳ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪರೀಕ್ಷೆ—ಶ್ರೀ ನಾಗಭೂಷಣ

ಸಾದಾ ಪ್ರತಿ ೨೫ ನ. ಪೈಸೆ; ಉತ್ತಮ ಪ್ರತಿ ೩೭ ನ. ಪೈಸೆ

---

* ಈ ಪುಸ್ತಕ ಅಚ್ಚಿನಲ್ಲಿದೆ